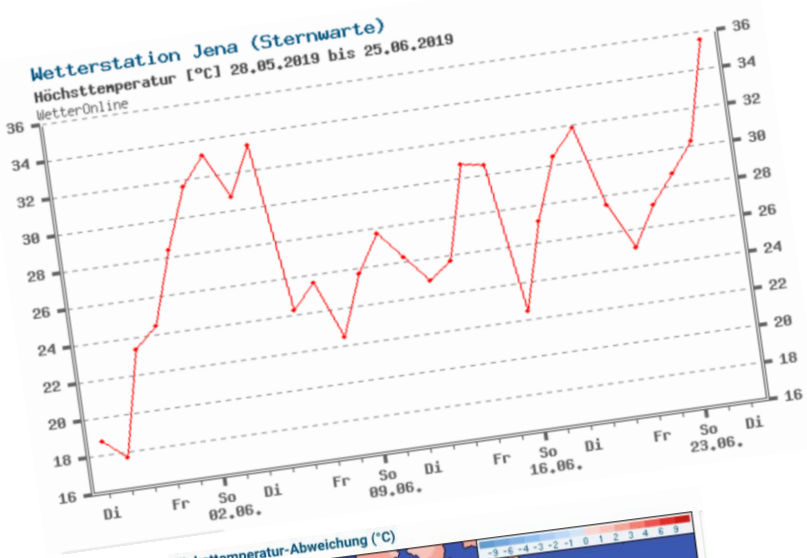
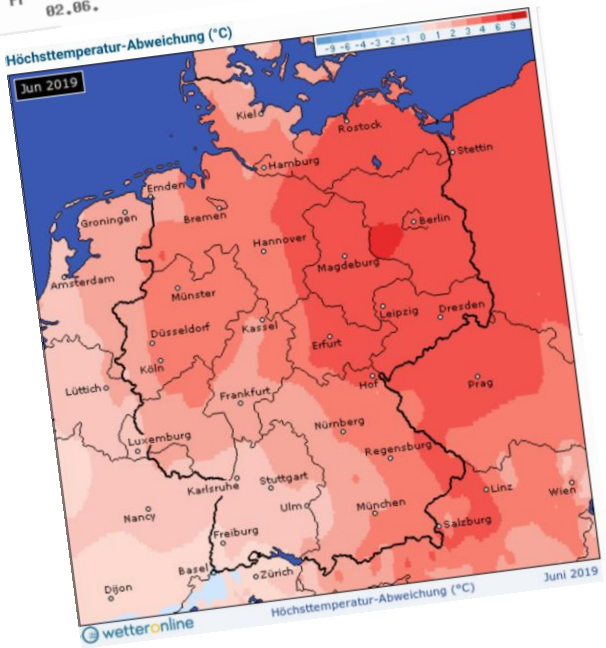
HUMBOLDT-UNIVERSITÄT ZU BERLIN





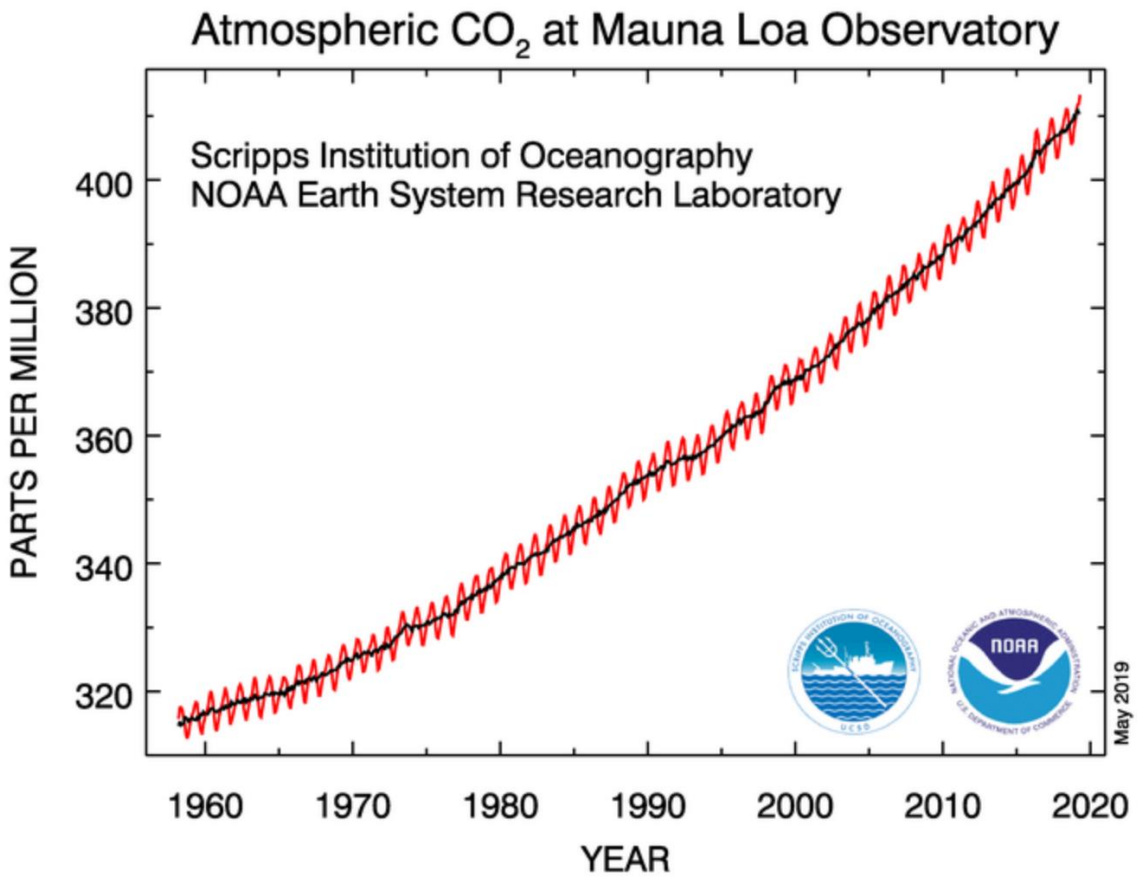
Die Folgen des Klimawandels - Stand 27.06.2019

Dr. Carl-Friedrich Schleussner

IRI THESys

CLIMATE ANALYTICS

CO2 Konzentrationen sind so hoch wie seit 3 Millionen Jahren nicht



- 2019 hat die CO2 Konzentration zum ersten Mal 410 ppm (parts per million) erreicht
- Das ist ein Anstieg um fast 50% seit dem 19. Jahrhundert

CLIMATE ANALYTICS

IRI THESys

„Jedes Grad zählt, jede Entscheidung zählt. Wenn wir heute nicht handeln, erhöhen wir die Bürde für die nächsten Generationen […]. Die Erderwärmung auf 1,5°C zu begrenzen ist nicht unmöglich, erfordert aber drastische und sofortige Maßnahmen.“

Valérie Masson-Delmotte,

Co-Vorsitzende des Working Group I des IPCC

Rede im Französischen Senat, 8. Oktober 2018

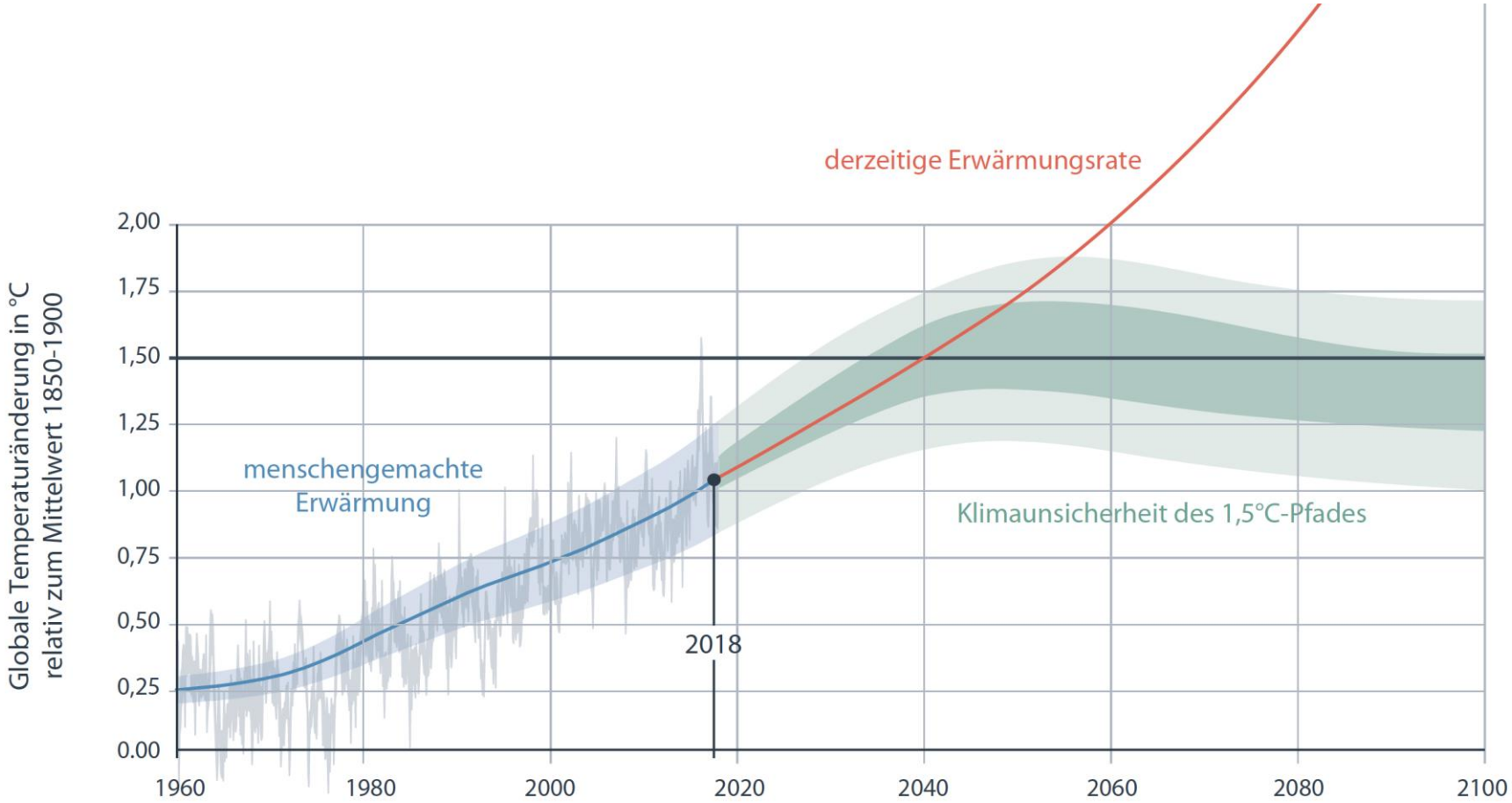
Der Weltklimarat

- Internation Mitgliedsländern
- Führende Kli en ihre Erkenntnisse z ung dann die Zustimmung vo muss

CLIMATE ANALYTICS

IRI THESys

Wir sind jetzt bei ungefähr 1°C Erwärmung



Die von Menschen verursachte Erderwärmung lag 2017 um 1°C über dem vorindustriellen Niveau. Steigt die Temperatur mit der gleichen Geschwindigkeit weiter an, dann wird die Erderwärmung ca. im Jahr 2040 bereits 1,5°C über dem vorindustriellem Wert liegen.

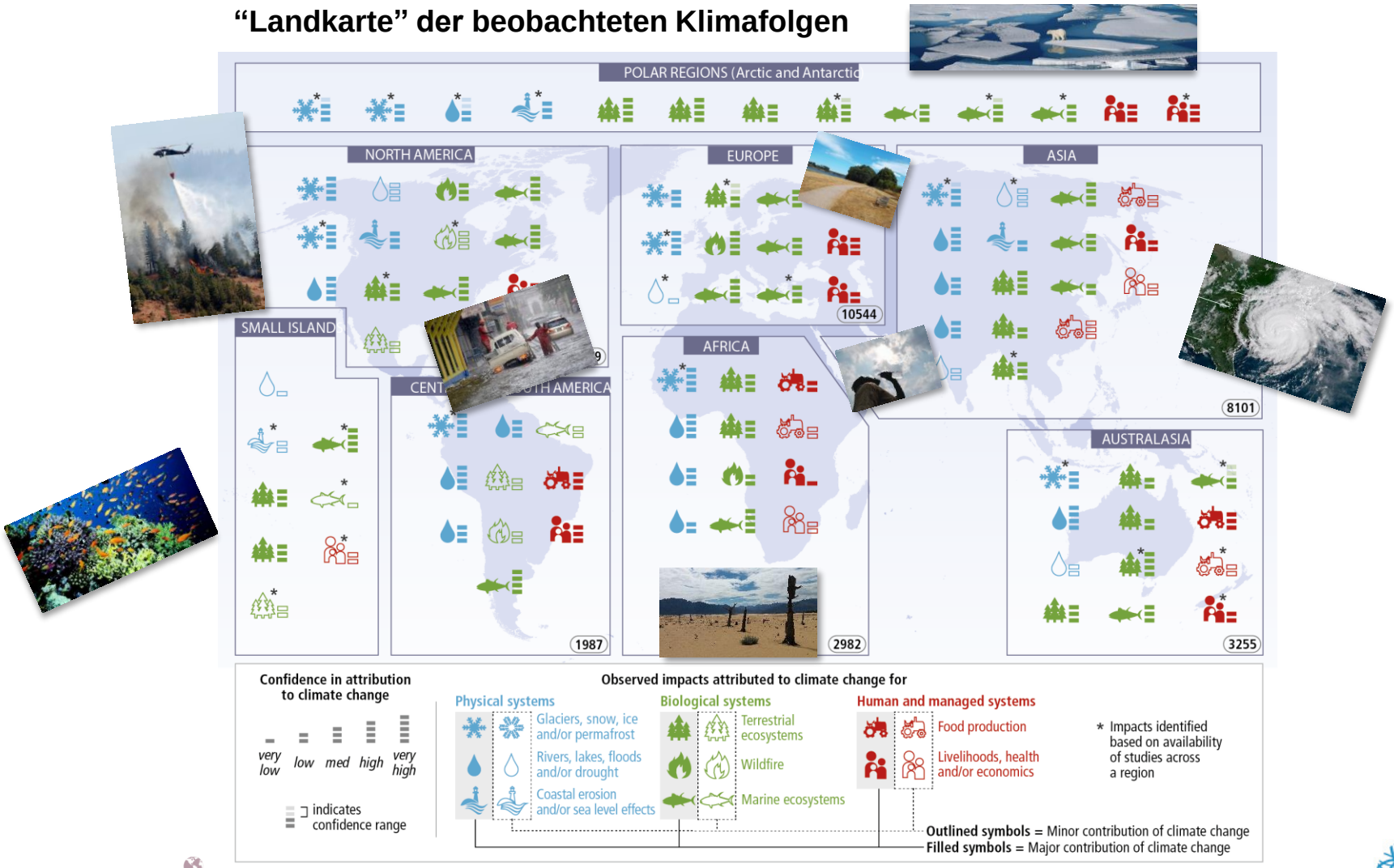
Aus dem 1,5°C-Sonderbericht des IPCC (vereinfacht) übernommen

CLIMATE ANALYTICS

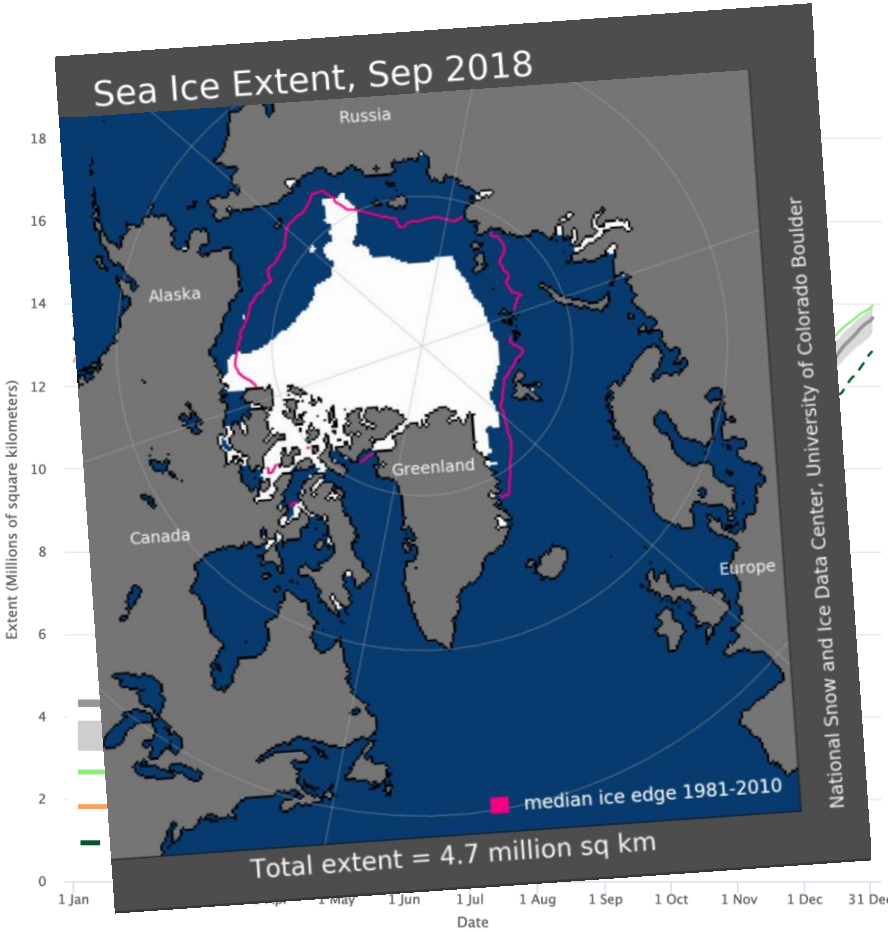
IRI THESys

0.5°C machen einen großen Unterschied

“Landkarte” der beobachteten Klimafolgen



Der Rückgang des arktischen Meereises



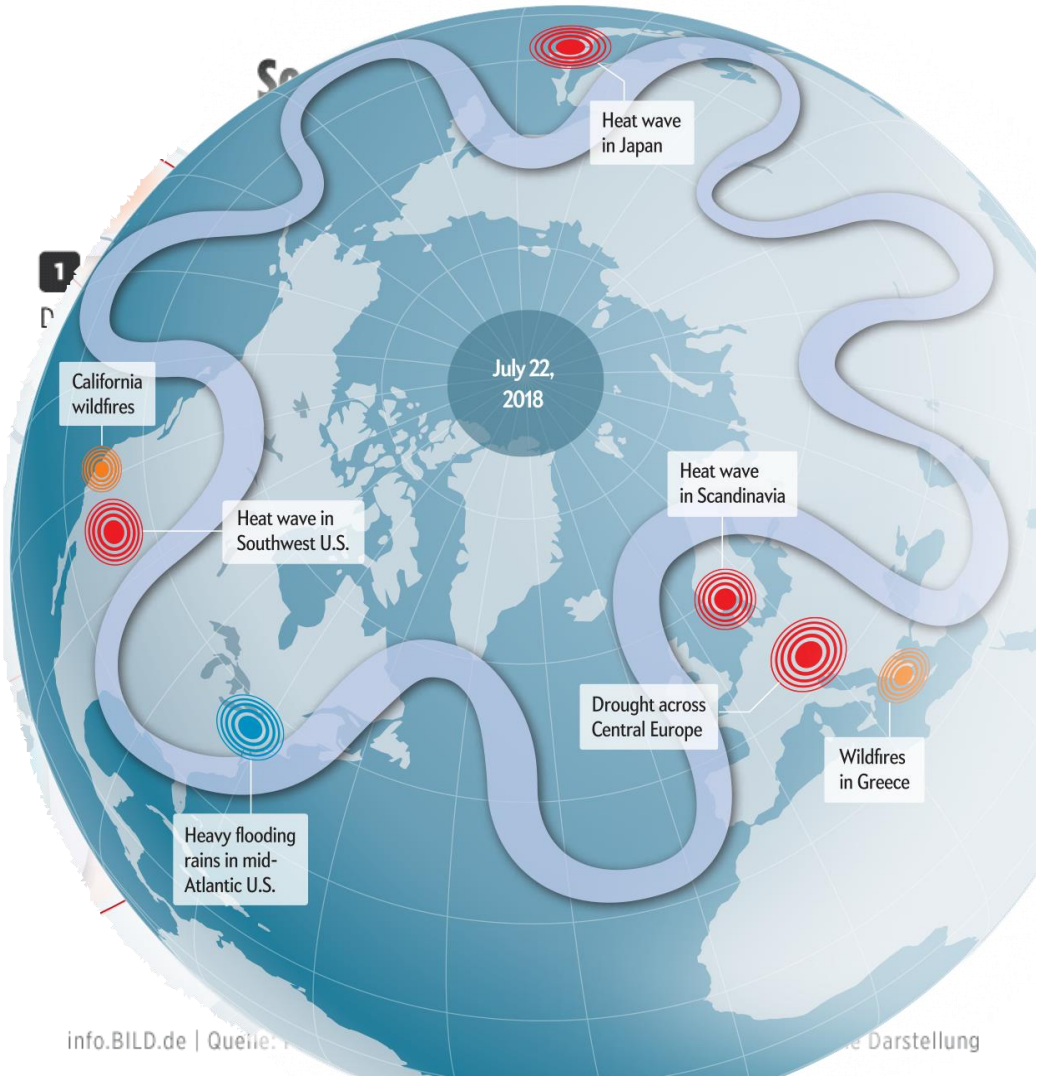
- Das arktische Meereis geht rapide zurück
- Die Septemberausdehnung ist bereits um mehr als ein Drittel zurückgegangen in nur 40 Jahren

Quelle: nsidc.org

CLIMATE ANALYTICS

IRI THESys

Der Jet Stream und Wetterextreme



- Wichtigste Windzirkulation in unseren Breiten
- Normalerweise wandert der Jet stream, doch in den letzten Jahren kommt es zunehmend zu sogenannten „Blockade-Ereignissen“, wo der Jet-Stream über längere Zeiten stabil bleibt
- Wissenschaftler bringen das mit dem Klimawandel und der Erwärmung in der Arktis in Verbindung

Quelle: Kornhuber et al. 2019

CLIMATE ANALYTICS

IRI THESys

Hitzewellen in Deutschland

EVENT	CONTEXT, IMPACT	VARIABLE	Likelihood of similar event per year: NATURAL	Likelihood of similar event per year: CURRENT
Central Europe JJA 2003	Hottest summer on record, thousands of heat-related deaths	T	1% (1-2%)	25% (17-33%)
		TXx	2% (0-6%)	21% (7-37%)

- **Was ein „Jahrhundertsommer“ ohne Klimawandel wäre ist heute schon ungefähr alle 4-5 Jahre zu erwarten**
- Bei 1.5°C Erwärmung wären 4 von 10 Sommern so oder wärmer, bei 2°C mehr als die Hälfte
- Sommer mit noch nie dagewesenen Temperaturen werden in einer 2°C häufig werden

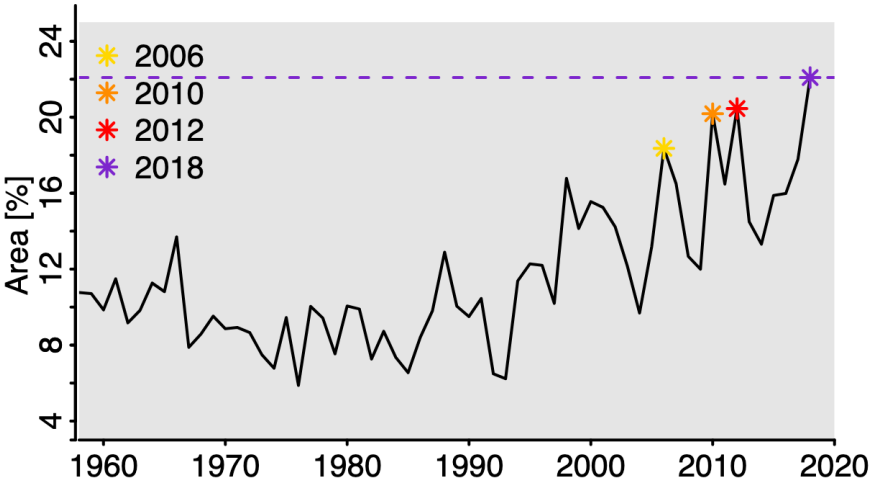
King and Karoly (2017)

CLIMATE ANALYTICS

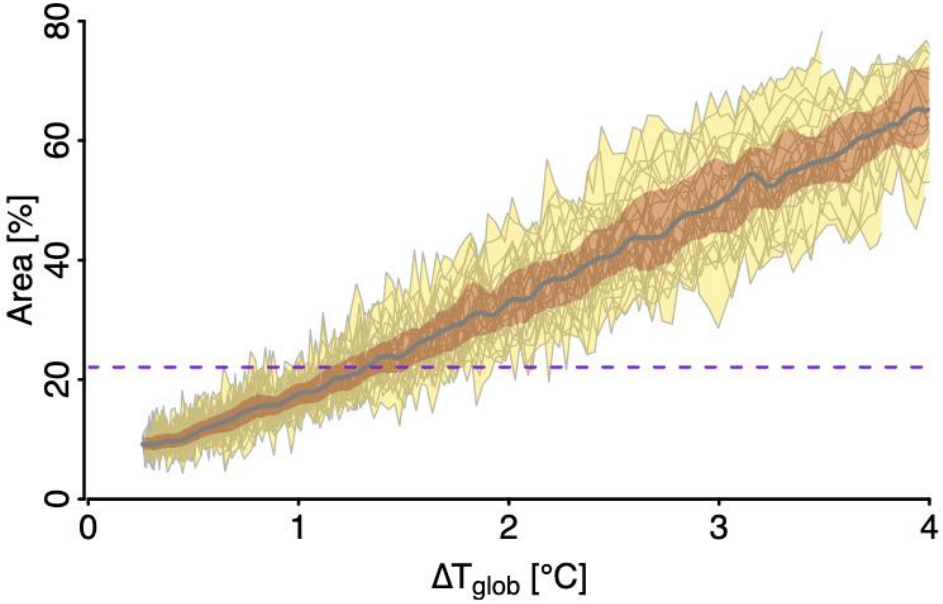
IRI THESys

Hitzewellen in Deutschland

- **Die Ausdehnung der 2018 Hitzewelle ist ein Rekord seit Beginn der Wetteraufzeichungen.**



Fläche Europas die Mai-Juli unter Konditionen einer Hitzewelle lag



- **Unter 1.5°C Erwärmung wird so ein Event ungefähr 2 aus 3 Jahren eintreten**
- **Unter 2°C so und wärmer so gut wie jedes Jahr**

Vogel et al. 2019

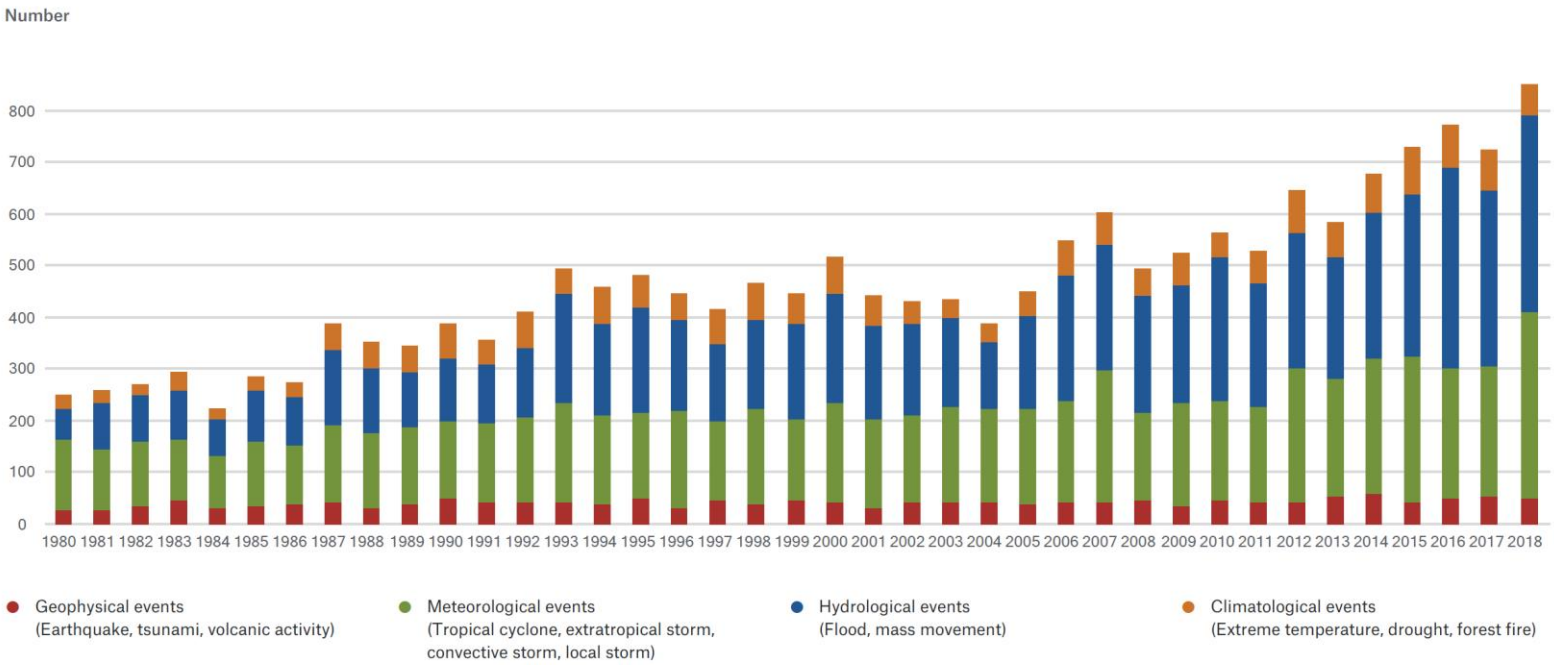
Wetterextreme und Schäden

NatCatSERVICE

Munich RE

Number of events

Relevant natural loss events
worldwide 1980 – 2018

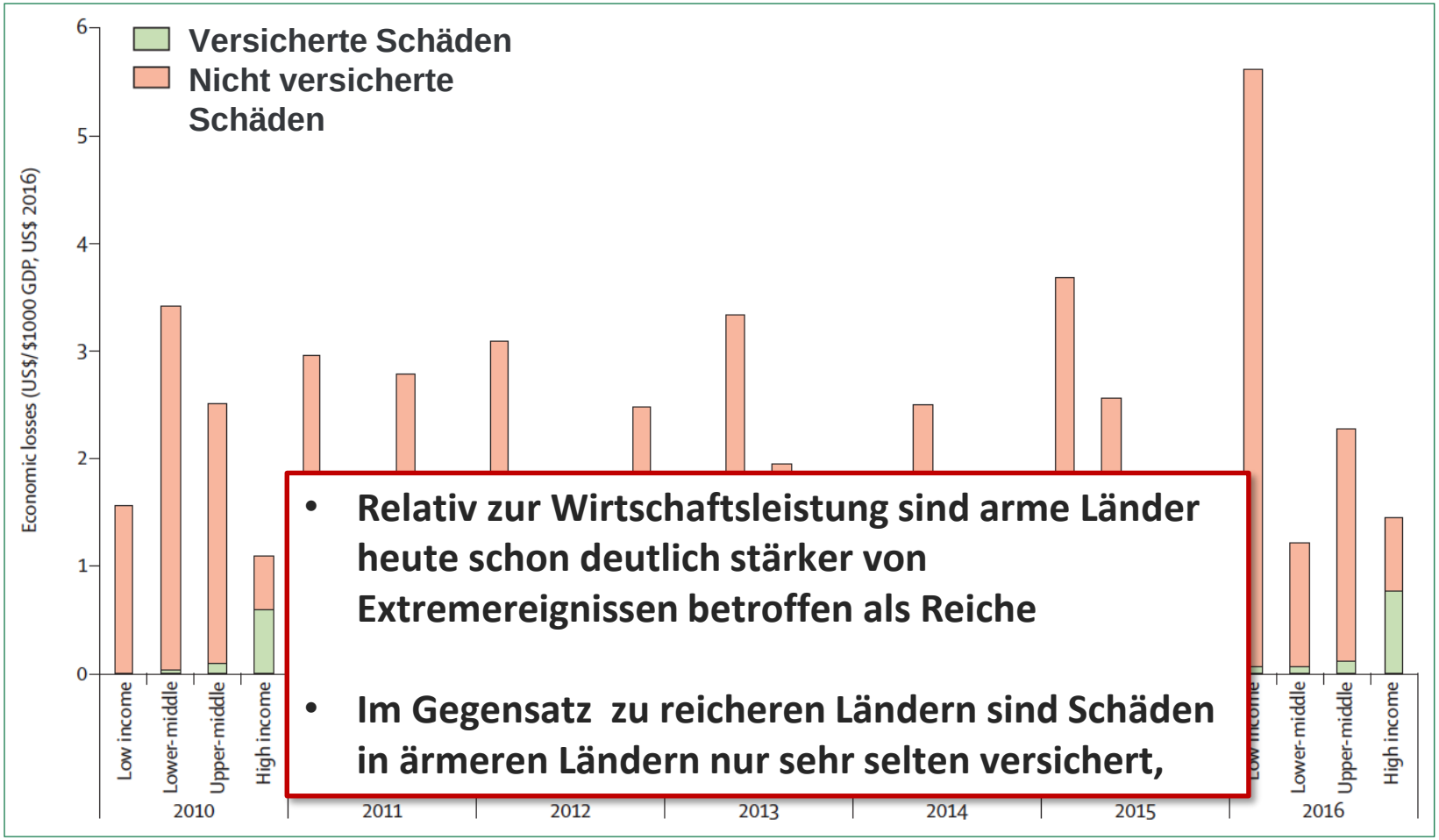


Accounted events have caused at least one fatality and/or produced normalised losses ≥ US$ 100k, 300k, 1m, or 3m (depending on the assigned World Bank income group of the affected country).

CLIMATE ANALYTICS

IRI THESys

Versicherungen gibt es nicht für alle



- **Relativ zur Wirtschaftsleistung sind arme Länder heute schon deutlich stärker von Extremereignissen betroffen als Reiche**
- **Im Gegensatz zu reicheren Ländern sind Schäden in ärmeren Ländern nur sehr selten versichert,**

Figure 34: Economic losses from climate-related events—intensity
GDP=gross domestic product.

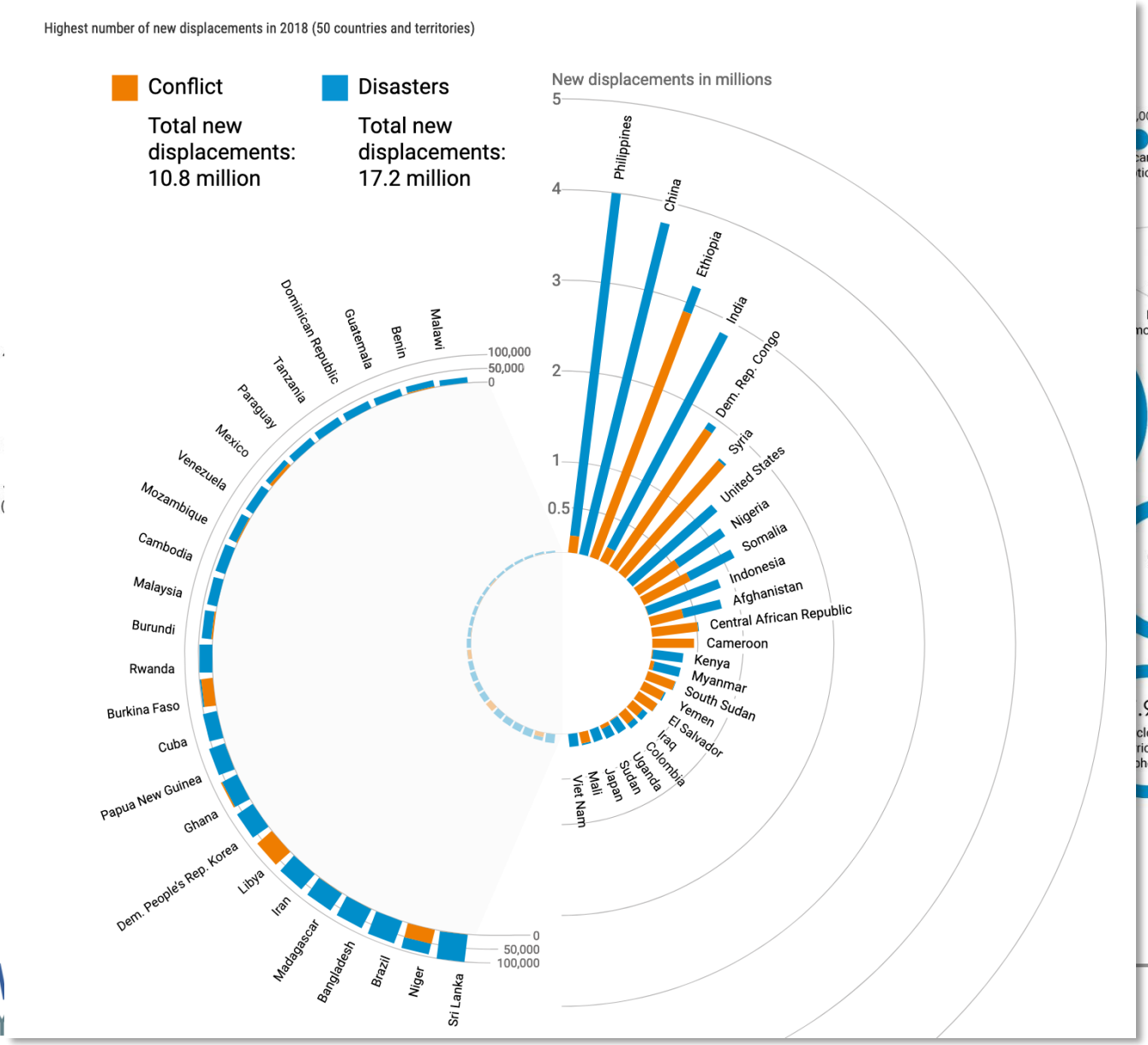
Watts et al. (2017)

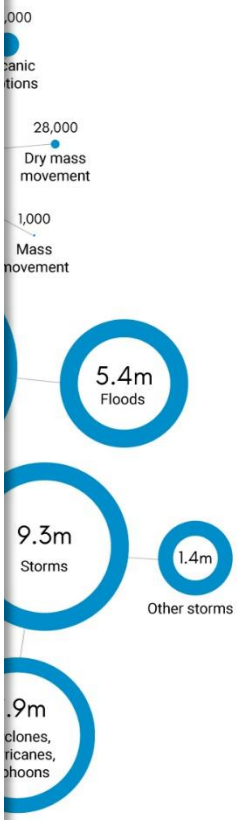
CLIMATE ANALYTICS

IRI THESys

Nicht nur ökonomische Schäden – Klimaextreme vertreiben Menschen

Global Report on Internal Displacement 2019

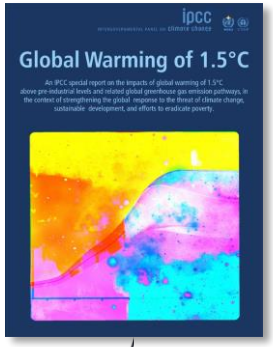




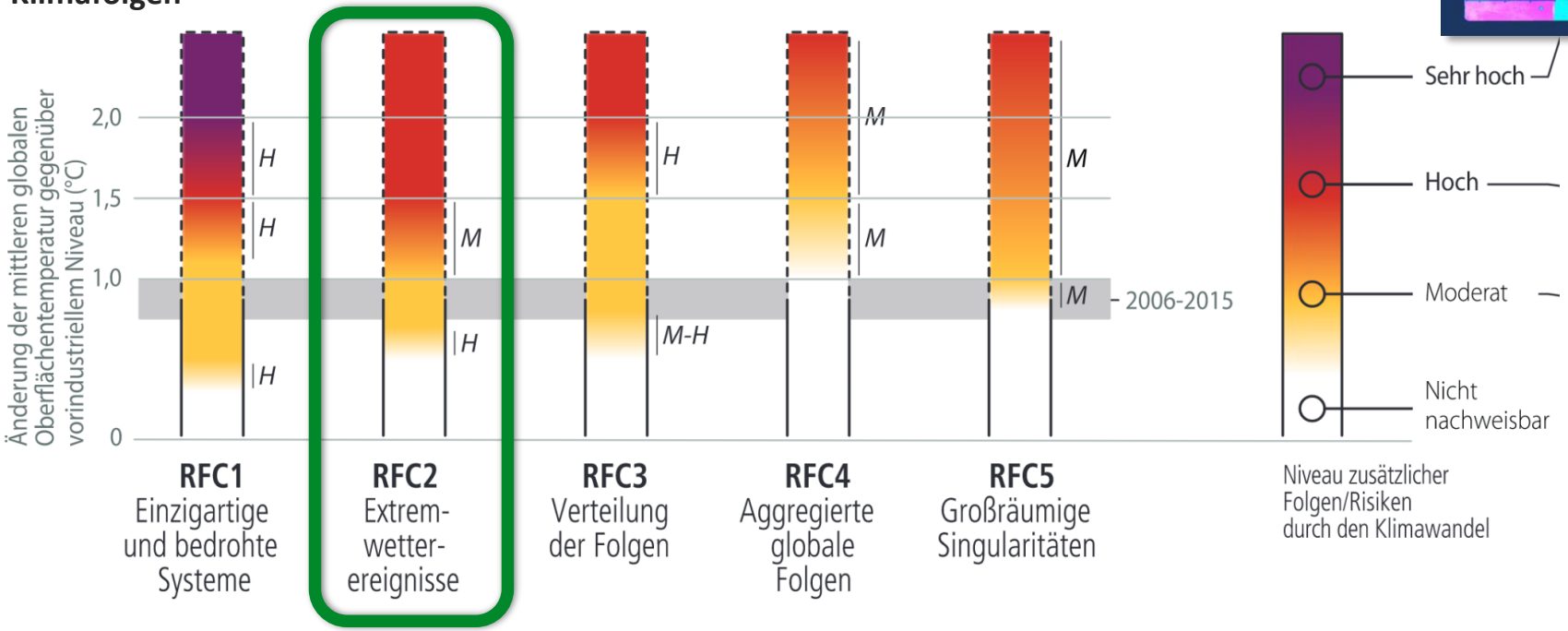
CLIM
ANALY

IRI THESys

Klimafolgen bei 1.5°C und 2°C



“Gründe zur Besorgnis” (Reasons for Concern, RFCs) als Zusammenfassung einer Vielzahl von Klimafolgen



- **Viele Klimafolgen können noch vermieden werden, wenn wir die Erwärmung auf 1.5°C begrenzen**

CLIMATE ANALYTICS

IRI THESys

Hitzewellen Weltweit

	1.5°C	2°C
Hitzewellen in den Tropen	~2 months	~3 months

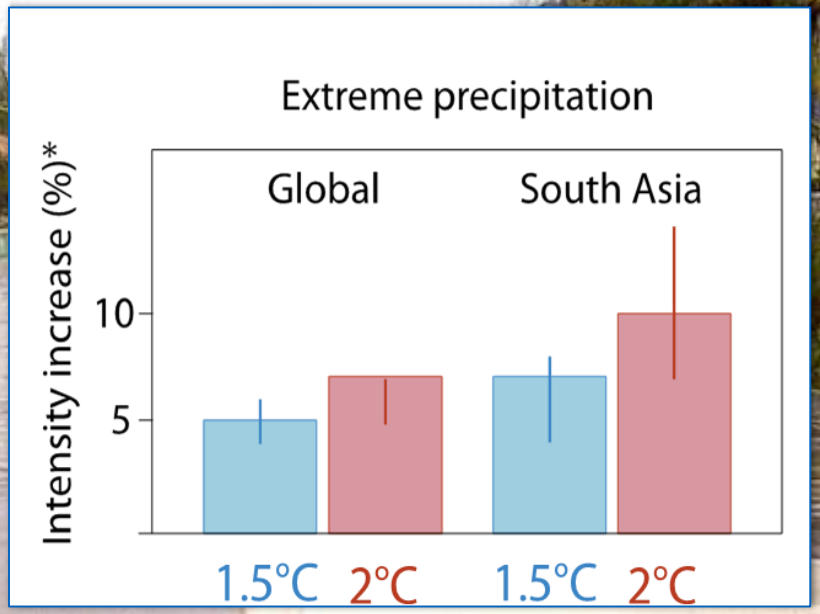
Extreme Hitzewellen würden das neue “Normal” in großen Teilen der Tropen unter 2°C Erwärmung

Das hat weitreichende Folgen für Gesundheit aber auch für die Arbeitsproduktivität.

Schleussner et al., 2016b, King et al., 2017; Russo et al., 2014

Extremniederschläge nehmen deutlich zu

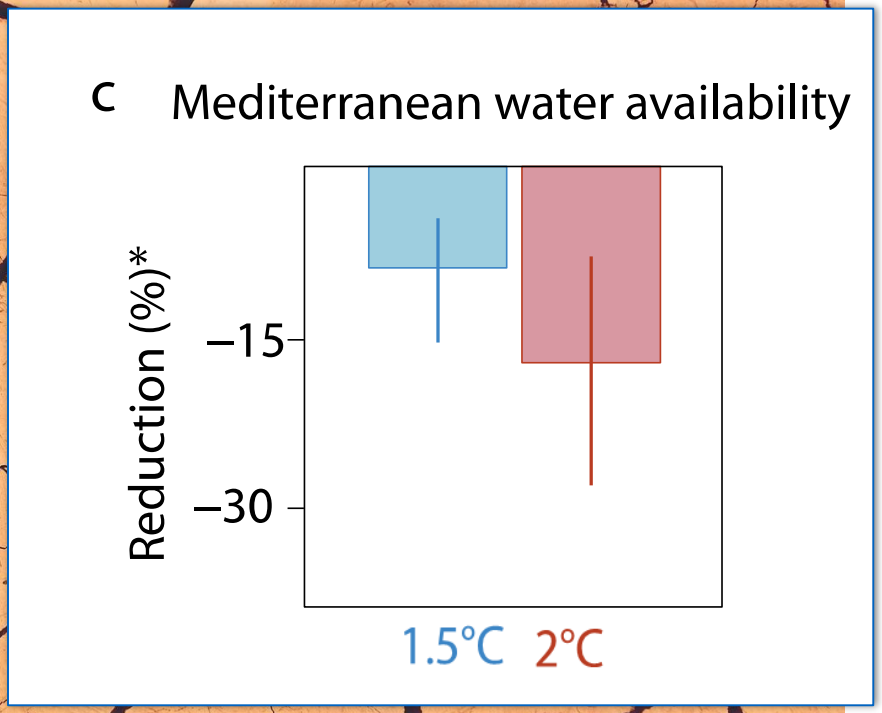
Extremniederschläge nehmen global zu, besonderst stark jedoch in tropischen Monsunregionen wie Indien.



Schleussner et al., 2016a, Wang et al., 2017; Fischer & Knutti, 2015

Steigende Dürrerisiken im Mittelmeerraum

Das Dürrerisiko steigt nicht überall gleich. Besonders aber in Risikogebieten in den Subtropen.

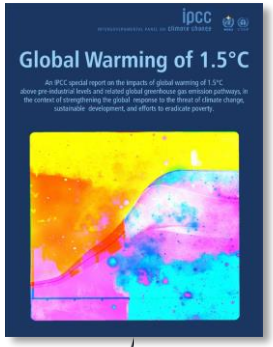


Schleussner et al., 2016, Doell et al., 2018

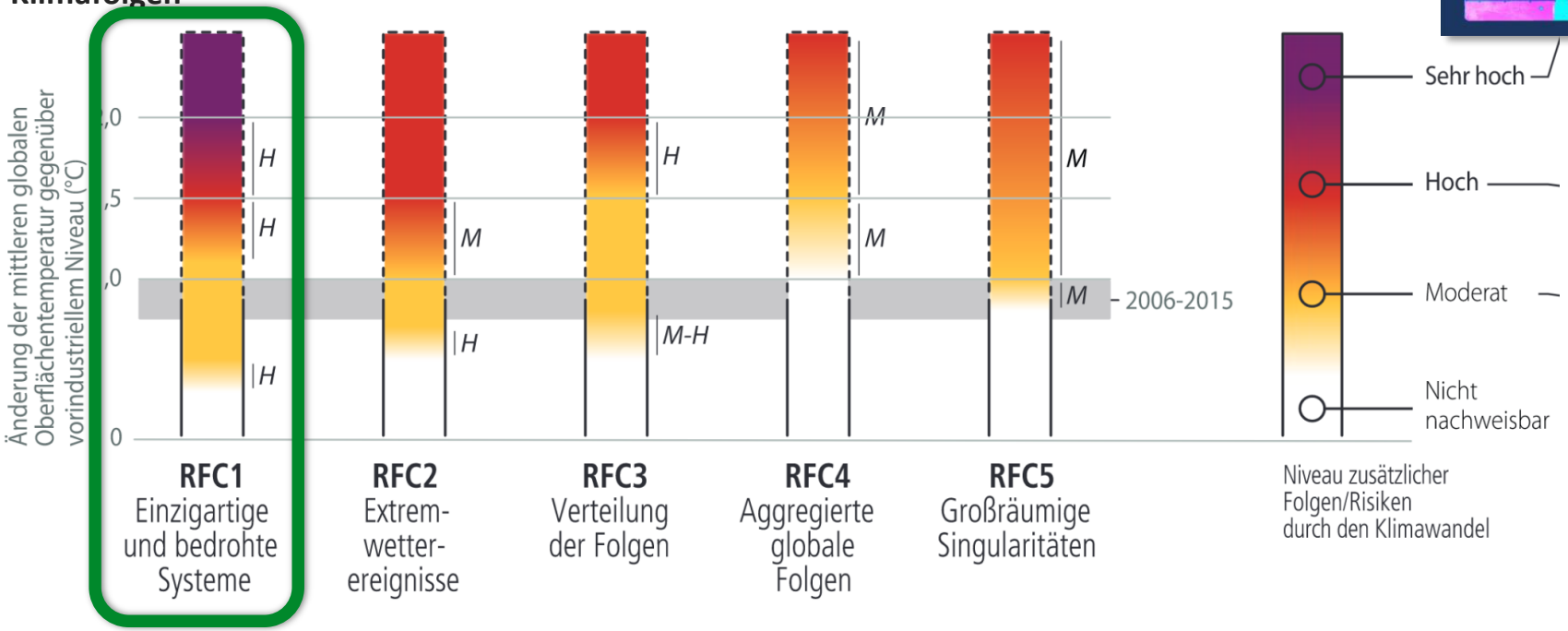
CLIMATE ANALYTICS

IRI THESys

Klimafolgen bei 1.5°C und 2°C



“Gründe zur Besorgnis” (Reasons for Concern, RFCs) als Zusammenfassung einer Vielzahl von Klimafolgen



- **Viele Klimafolgen können noch vermieden werden, wenn wir die Erwärmung auf 1.5°C begrenzen**

CLIMATE ANALYTICS

IRI THESys

Tropische Korallenriffe

	1.5°C	2°C
Bedrohte Korallenriffe	~70%	~99%

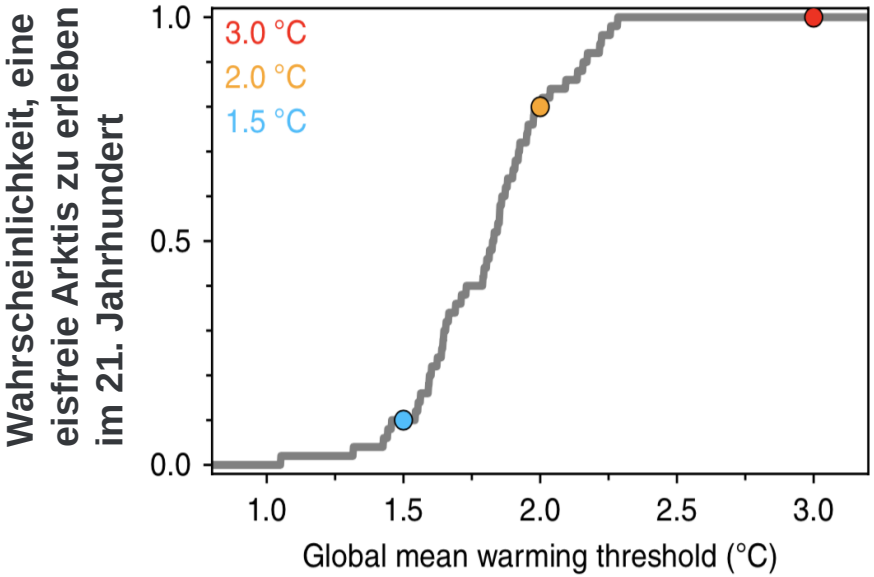
So gut wie alle tropischen Korallenriffe sind bei 2°C Erwärmung vom Aussterben bedroht.

Bereits heute gibt es gehäufte Korallenbleiche weltweit aufgrund von Klimawandel

Schleussner et al., 2016, King et al., 201

Das arktische Meereis

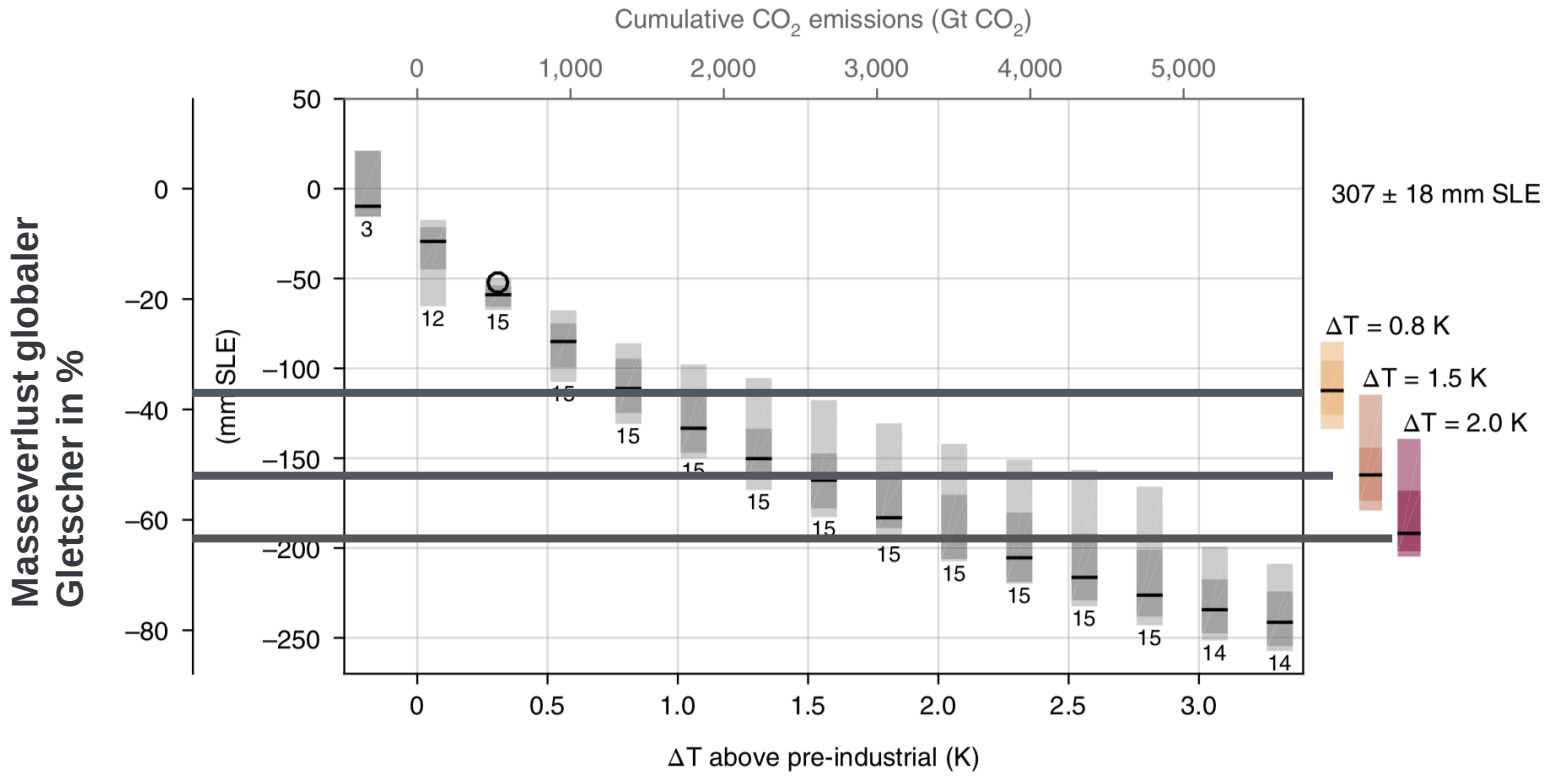
- Schon bei 2°C gibt es eine fast 80% Wahrscheinlichkeit, mindestens eine quasi eisfreie Arktis zu erleben
- Bei 3°C mit Sicherheit
- Nur eine Begrenzung auf 1.5°C reduziert dieses Risiko



Sigmond et al. (2018)

Gletscherschmelze

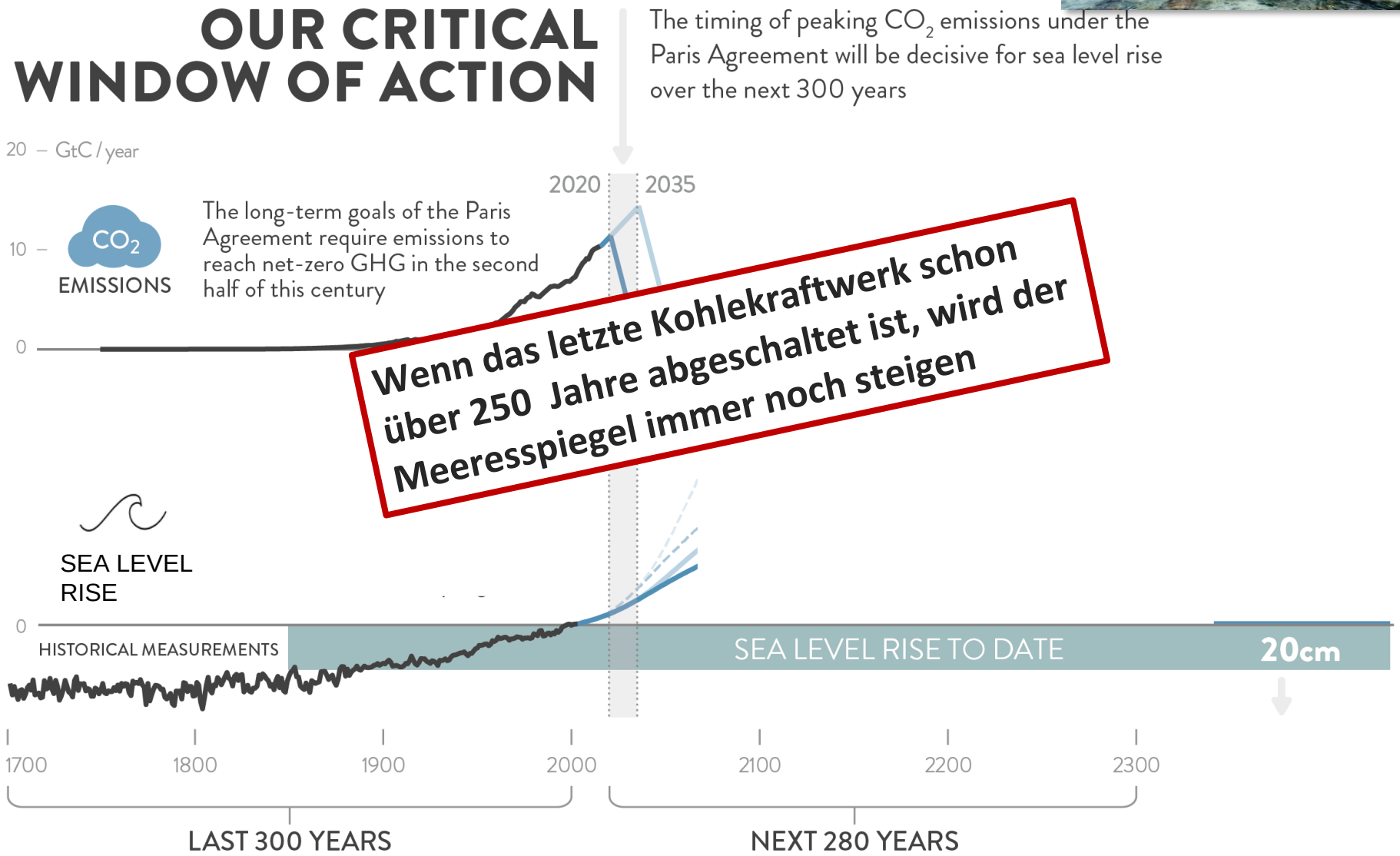
Gletscherschmelze



- Die Gletscher der Welt schmelzen rapide. Bereits ungefähr ein Drittel der Gletschereismasse ist bei heutigen Temperaturen schon instabil.
- Bei 1.5°C sind es über die Hälfte, bei 2°C fast zwei Drittel

Marzeion et al. (2018)

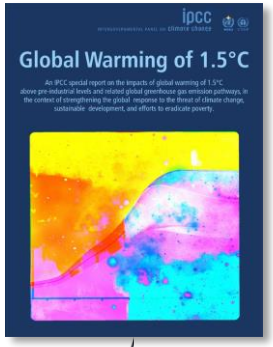
Unsere Verantwortung für den Anstieg des Meeresspiegels



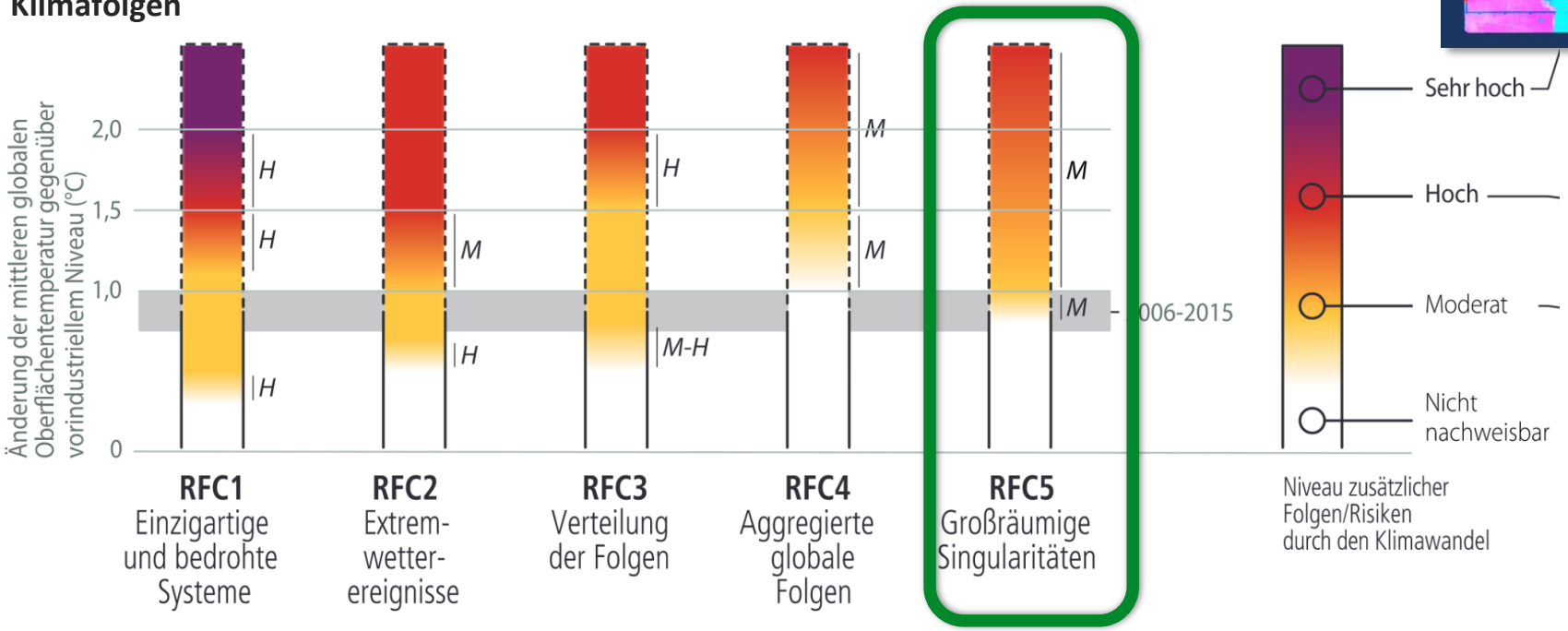
Wenn das letzte Kohlekraftwerk schon über 250 Jahre abgeschaltet ist, wird der Meeresspiegel immer noch steigen

SOURCE Committed sea-level rise under the Paris Agreement and the legacy of delayed mitigation action - *Mengel et. al. 2018* - Nature Communications

Klimafolgen bei 1.5°C und 2°C



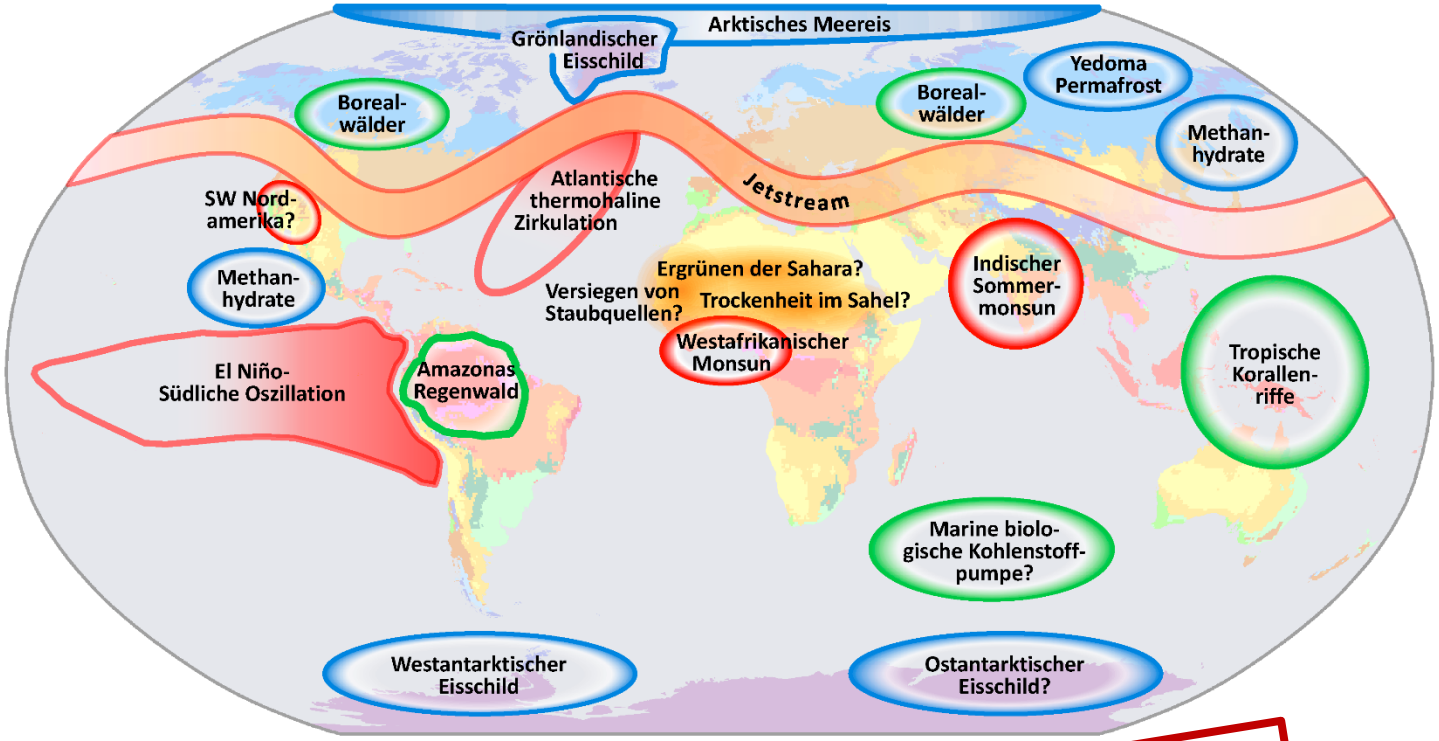
“Gründe zur Besorgnis” (Reasons for Concern, RFCs) als Zusammenfassung einer Vielzahl von Klimafolgen



CLIMATE ANALYTICS

IRI THESys

Kippelemente – eine Übersicht



Eiskörper
Strömungssystem
Ökosysteme

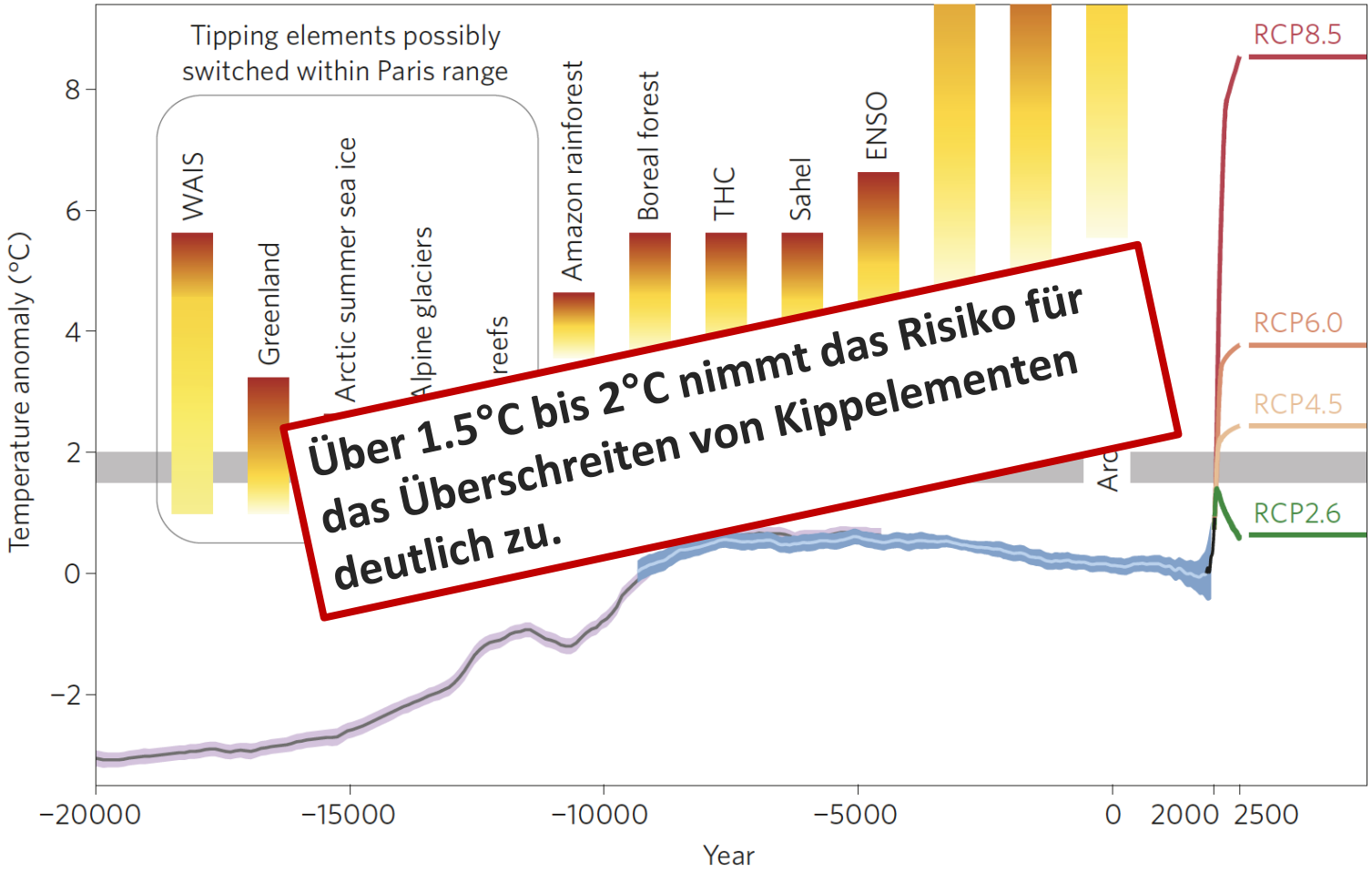
Kipppelemente können sich gegenseitig beeinflussen.

Quelle: PIK

CLIMATE ANALYTICS

IRI THESys

Kippelemente – Die Risiken steigen mit der Erwärmung



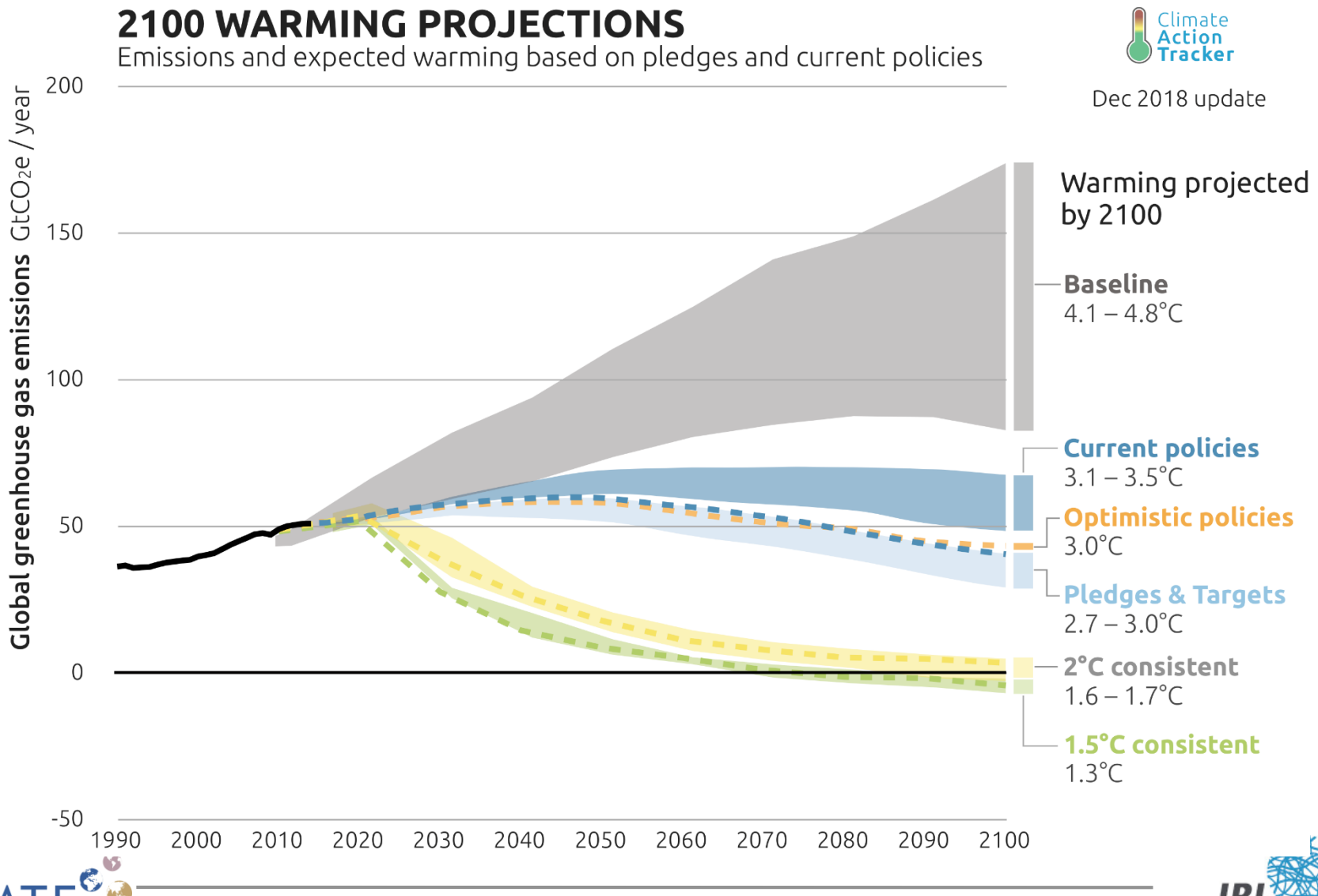
Über 1.5°C bis 2°C nimmt das Risiko für das Überschreiten von Kippelementen deutlich zu.

Quelle: Schellnhuber et al. (2016)

CLIMATE ANALYTICS

IRI THESys

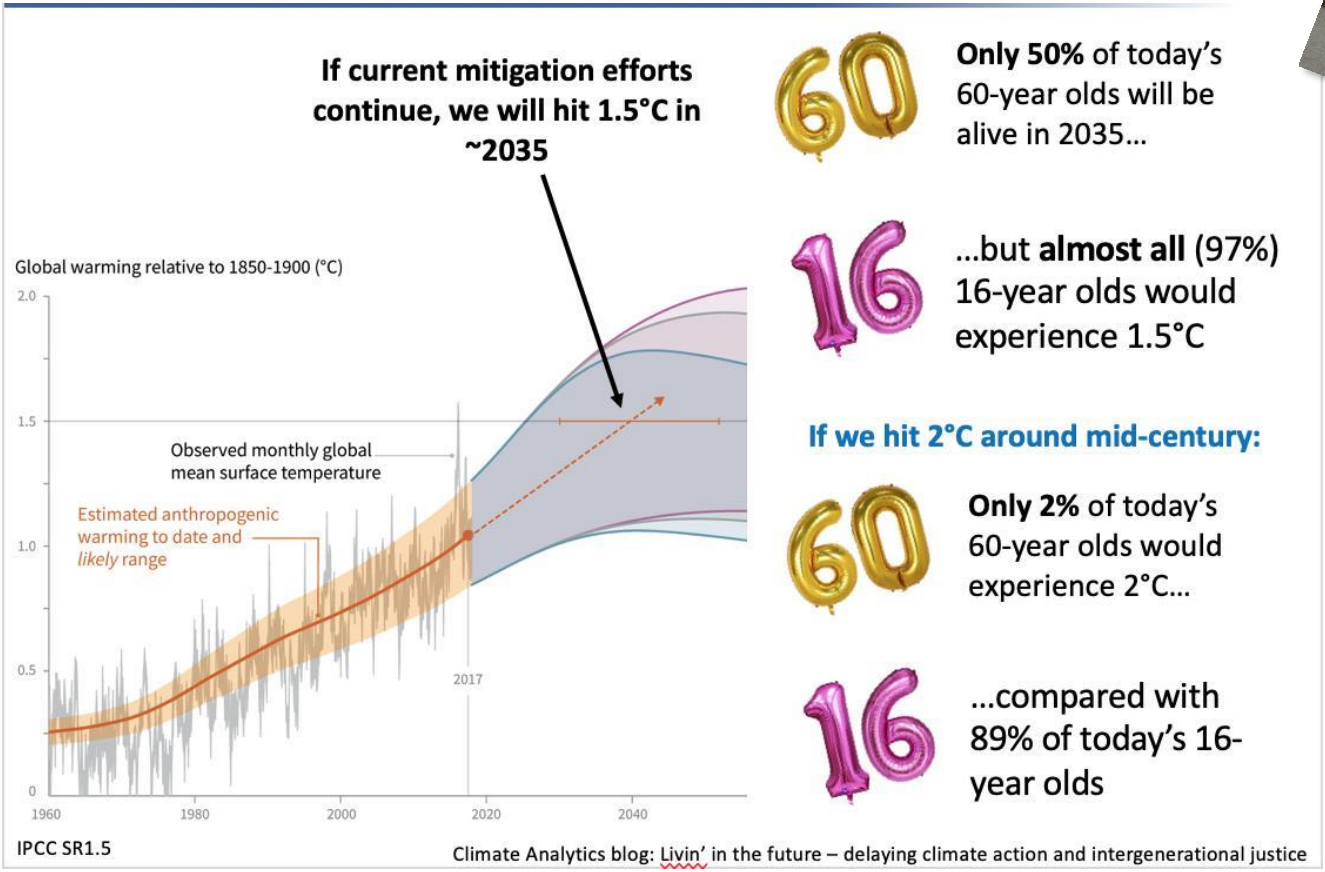
Auf dem Weg in Richtung 3°C



CLIMATE ANALYTICS

IRI THESys

Die Generationenfrage

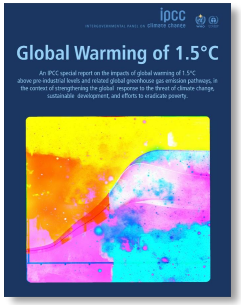


Eine heute 16-jährige wird im Durchschnitt mehr als die Hälfte ihres Lebens in einer Welt >1.5°C leben, einen Großteil sogar über 2°C

CLIMATE ANALYTICS

IRI THESys

Die Zeit drängt



D. Stärkung der weltweiten Reaktion im Zusammenhang mit nachhaltiger Entwicklung und Anstrengungen zur Beseitigung von Armut

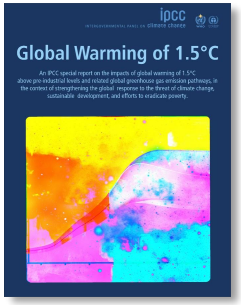
D.1 Schätzungen der globalen Emissionen infolge der derzeitigen national festgelegten Minderungsziele, wie im Rahmen des Pariser Abkommens eingereicht, legen für das Jahr 2030 globale Treibhausgasemissionen[18] von 52–58 Gt CO_2Äq pro Jahr nahe (*mittleres Vertrauen*). Pfade, die diese Ziele widerspiegeln, würden die globale Erwärmung nicht auf 1,5°C begrenzen, selbst wenn sie nach 2030 durch sehr anspruchsvolle Steigerungen des Umfangs und der Ziele der Emissionsminderungen ergänzt würden (*hohes Vertrauen*). Eine Überschreitung und Abhängigkeit von zukünftig großflächigem Einsatz von Kohlendioxidentnahme (CDR) kann nur vermieden werden, wenn die globalen CO_2-Emissionen lange vor 2030 zu sinken beginnen (*hohes Vertrauen*). {1.2, 2.3, 3.3, 3.4, 4.2, 4.4, Cross-Chapter-Box 11 in Kapitel 4}

- **Wenn wir unsere Klimaanstrengungen bis 2030 nicht deutlich verbessern, werden wir 1.5°C überschreiten.**
- Die europaweiten Ziele und auch weltweiten Ziele bis 2030 werden spätestens 2020 festgeschrieben

CLIMATE ANALYTICS

IRI THESys

Was ist zu tun?



C. Mit 1,5 °C globaler Erwärmung konsistente Emissionspfade und Systemübergänge

C.1 In modellierten Pfaden ohne oder mit geringer Überschreitung von 1,5 °C nehmen die globalen anthropogenen Netto-CO_2-Emissionen bis 2030 um etwa 45 % gegenüber dem Niveau von 2010 ab (Interquartilbereich 40–60%) und erreichen um das Jahr 2050 (Interquartilbereich 2045–2055) netto null. Bei einer Begrenzung der globalen Er-

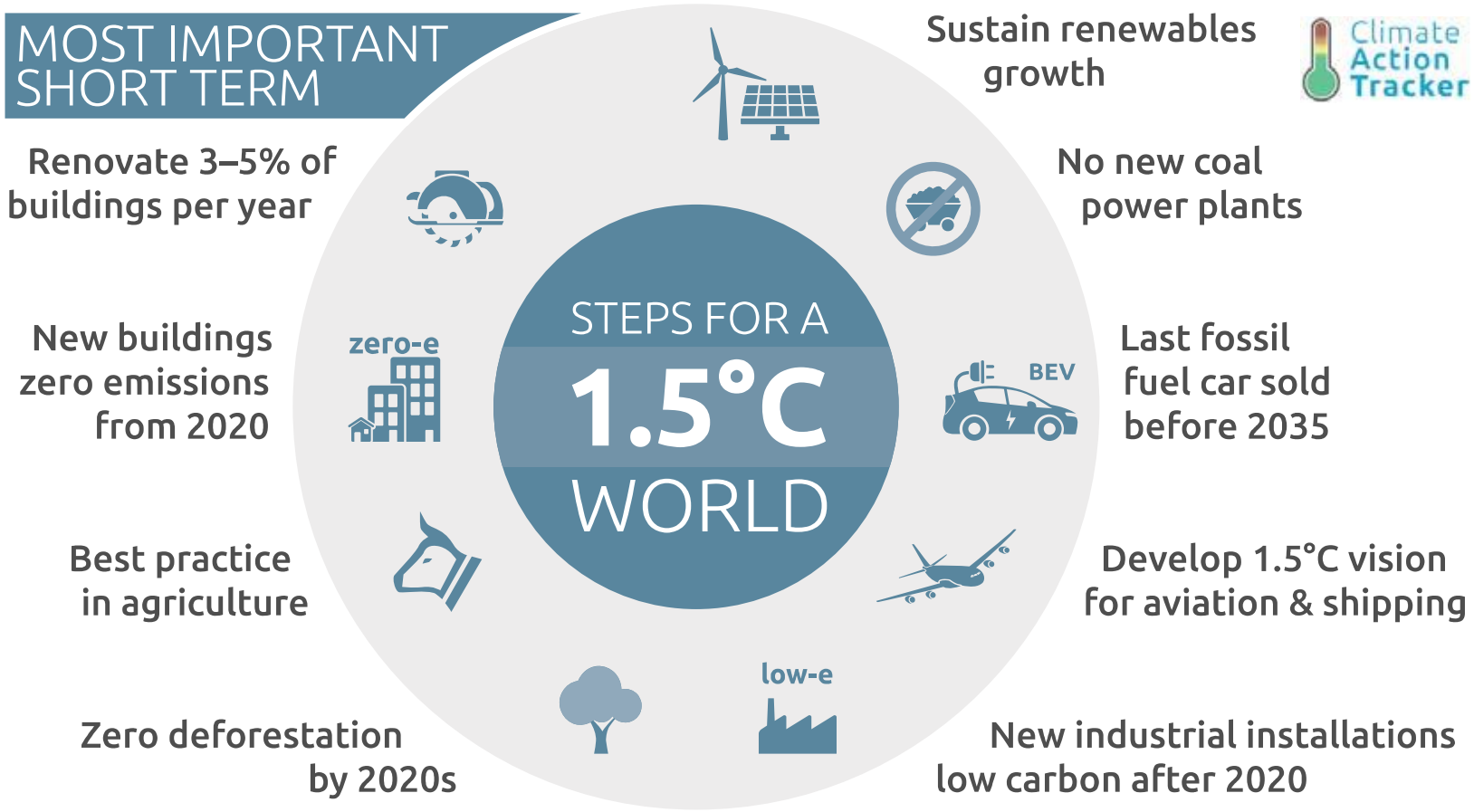
C.2 Pfade, welche die globale Erwärmung ohne oder mit geringer Überschreitung auf 1,5 °C begrenzen, würden schnelle und weitreichende Systemübergänge in Energie-, Land-, Stadt- und Infrastruktur- (einschließlich Verkehr und Gebäude) sowie in Industriesystemen erfordern (*hohes Vertrauen*). Diese Systemübergänge sind beispiellos bezüglich ihres Ausmaßes, aber nicht unbedingt bezüglich der Geschwindigkeit, und setzen einschneidende Emissionsminderungen in allen Sektoren, ein breites Portfolio von Minderungsmöglichkeiten und ein bedeutendes Anwachsen der Investitionen in diese Optionen voraus (*mittleres Vertrauen*). {2.3, 2.4, 2.5, 4.2, 4.3, 4.4, 4.5}

- Es muss sofort gehandelt werden
- Globale CO2 Emissionen müssen bereits bis 2030 mehr als halbiert werden
- Alle Industriesektoren und Lebensbereiche müssen einbezogen werden
- Es gibt verschiedene Wege, das Ziel zu erreichen, aber Änderungen auf der Verhaltensseite und Energieeffizienzmaßnahmen können entscheidend sein

CLIMATE ANALYTICS

IRI THESys

10 Schritte zu 1.5°C

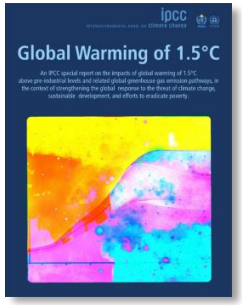


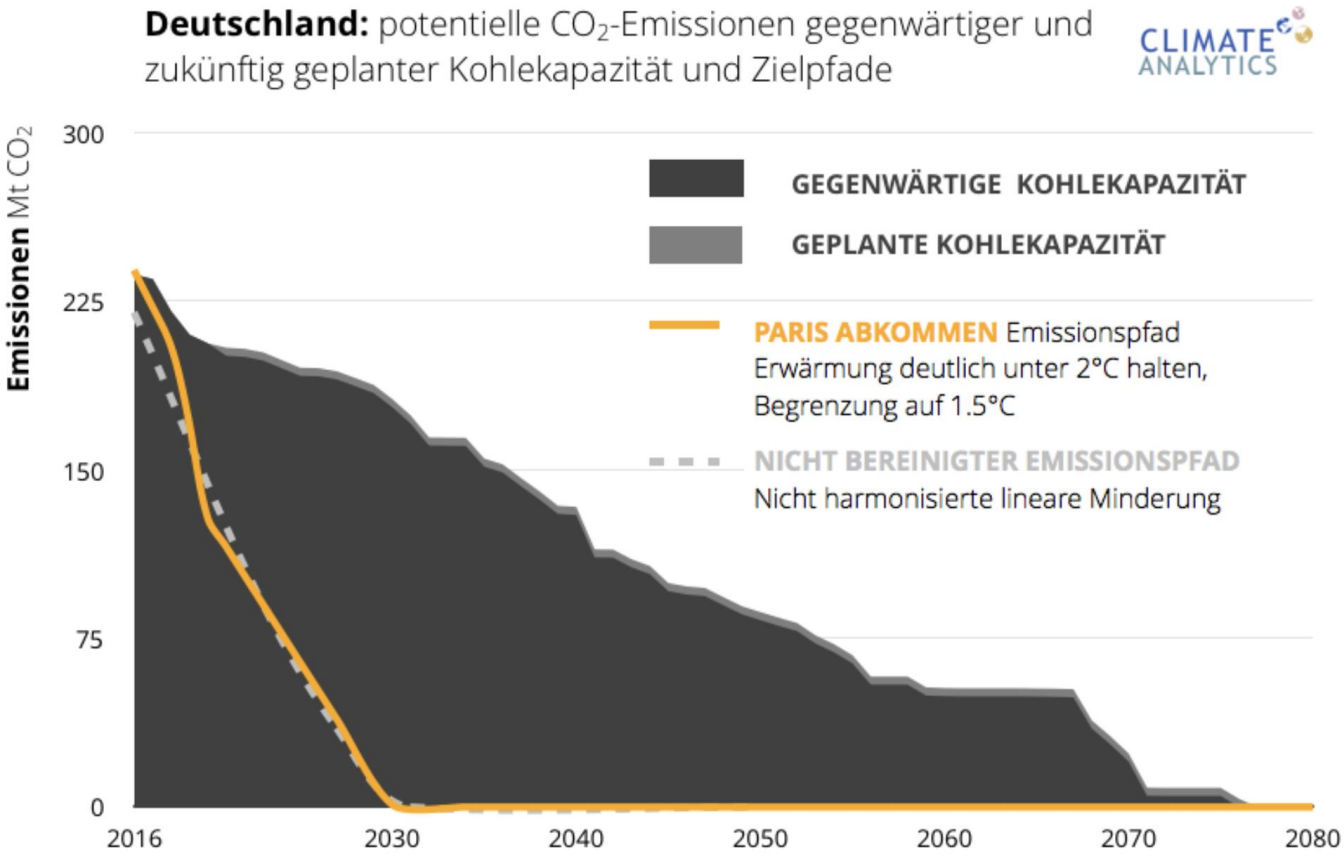
www.climateactiontracker.org

CLIN ANALYTICS

THESys

Nur ein Kohleausstieg bis 2030 is 1.5°C kompatibel



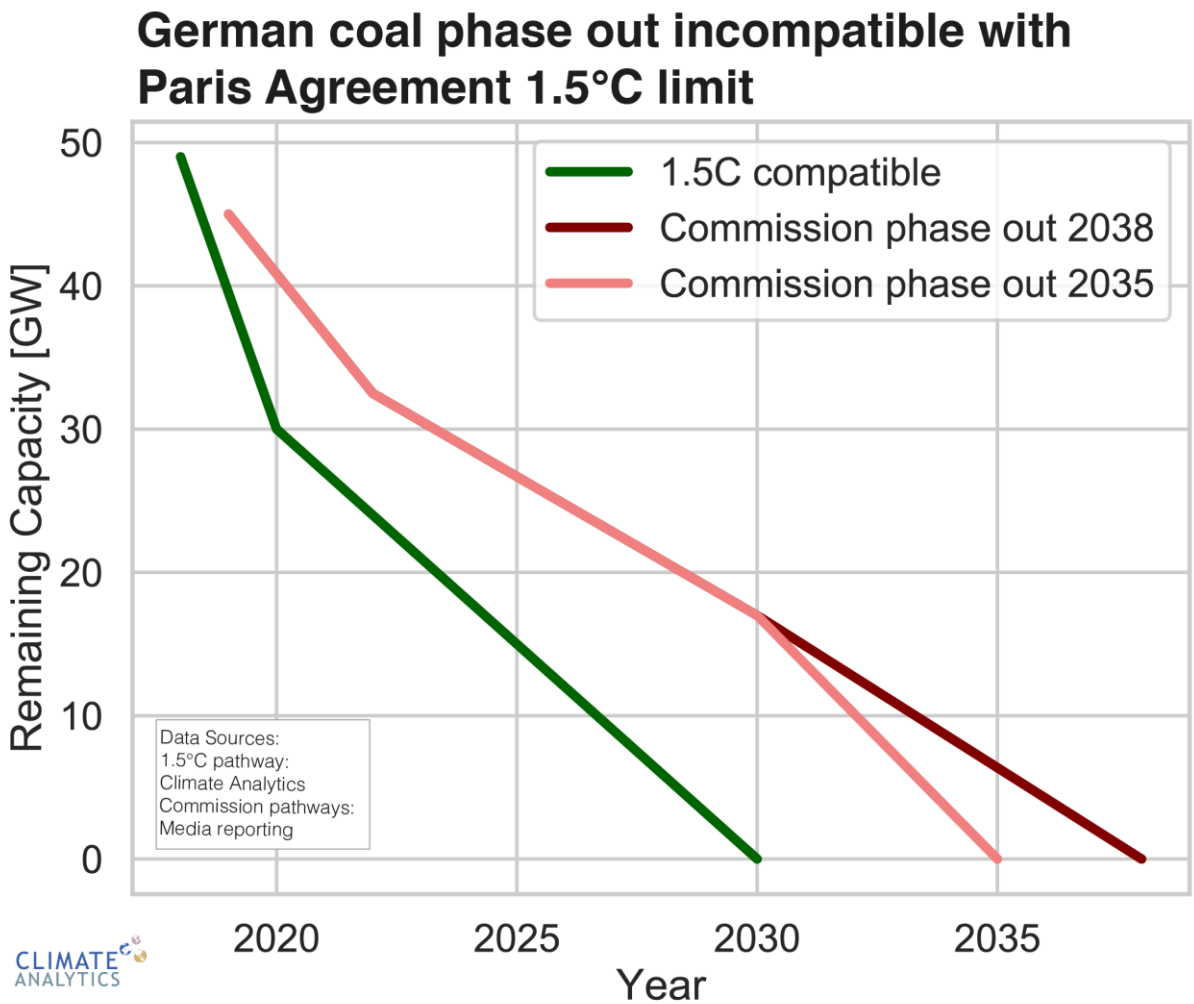


Kohleausstieg bis 2030 ist möglich

CLIMATE ANALYTICS

IRI THESys

1.5°C Pfad vs. Kohlekommission



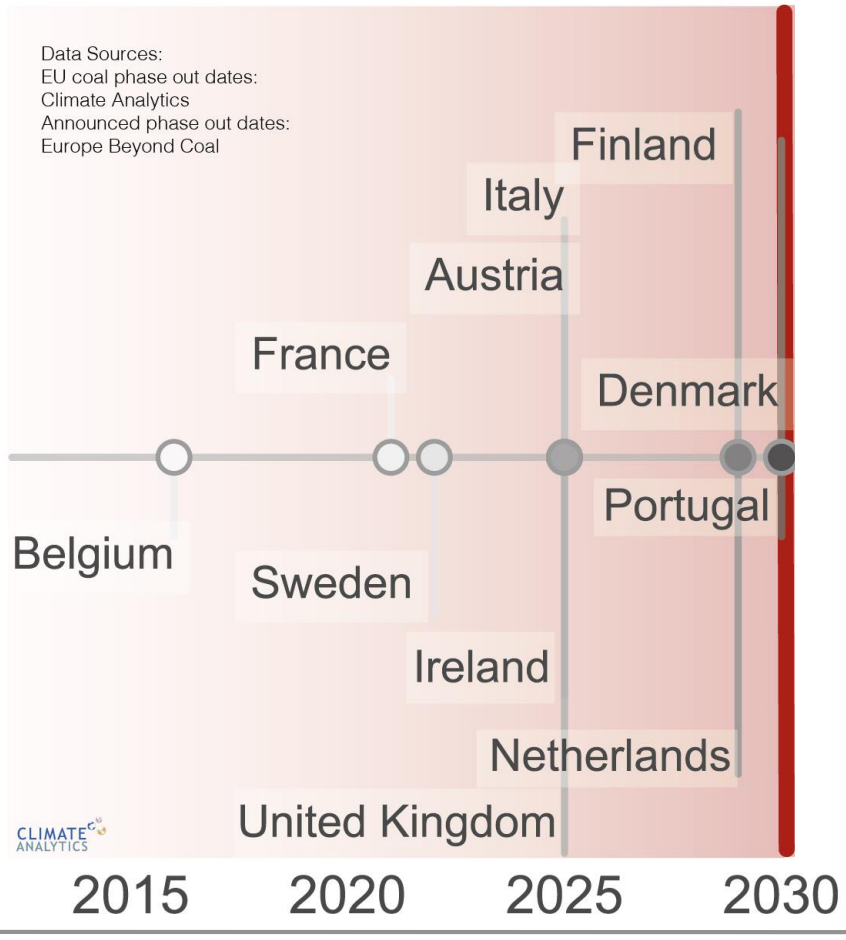
CLIMATE ANALYTICS

CLIMATE ANALYTICS

IRI THESys

Deutschland ist kein Vorbild

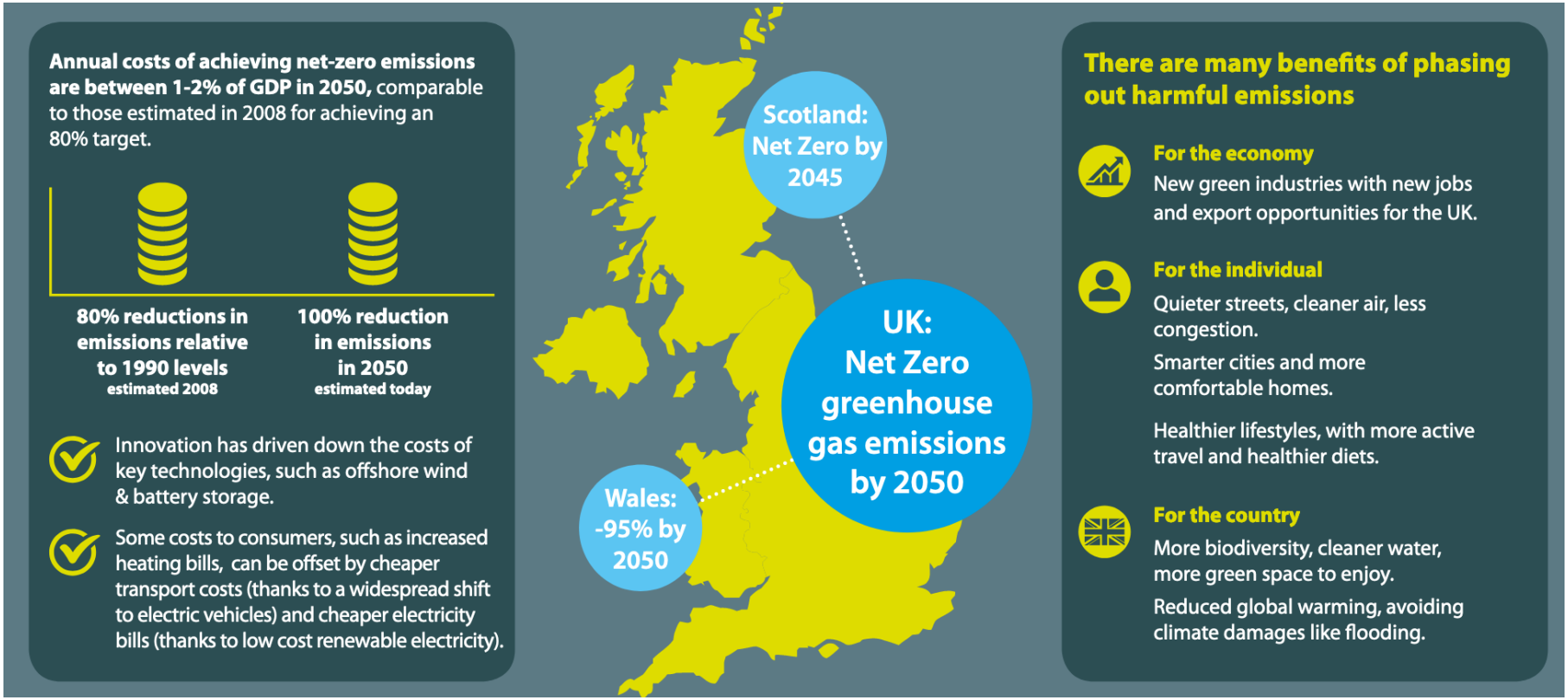
Deutschland ist das einzige EU-Land mit einem nicht Paris-kompatiblen Kohleausstiegsziel.



CLIMATE ANALYTICS

IRI THESys

Andere Länder sind uns weit voraus



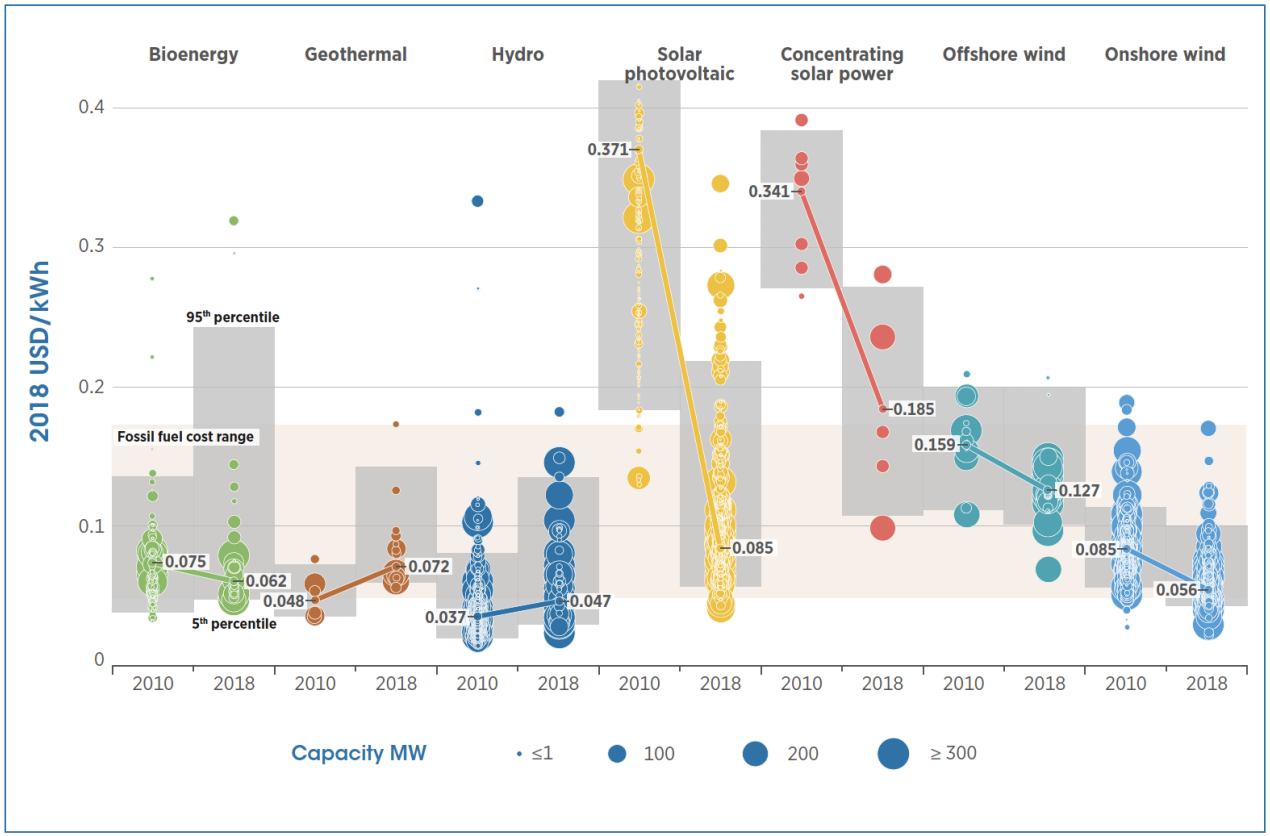
- Kohleausstieg in 2025
- ”Grüne Null” in 2050 beschlossen

CLIMATE ANALYTICS

IRI THESys

Die Energierevolution ist möglich

Figure S.1 Global LCOE of utility-scale renewable power generation technologies, 2010–2018



- Die Kosten für erneuerbare Energien fallen rapide
- In vielen Teilen der Welt sind erneuerbare Energien bereits die billigste Energieform

IRENA **Renewable Power Generation Costs in 2018**

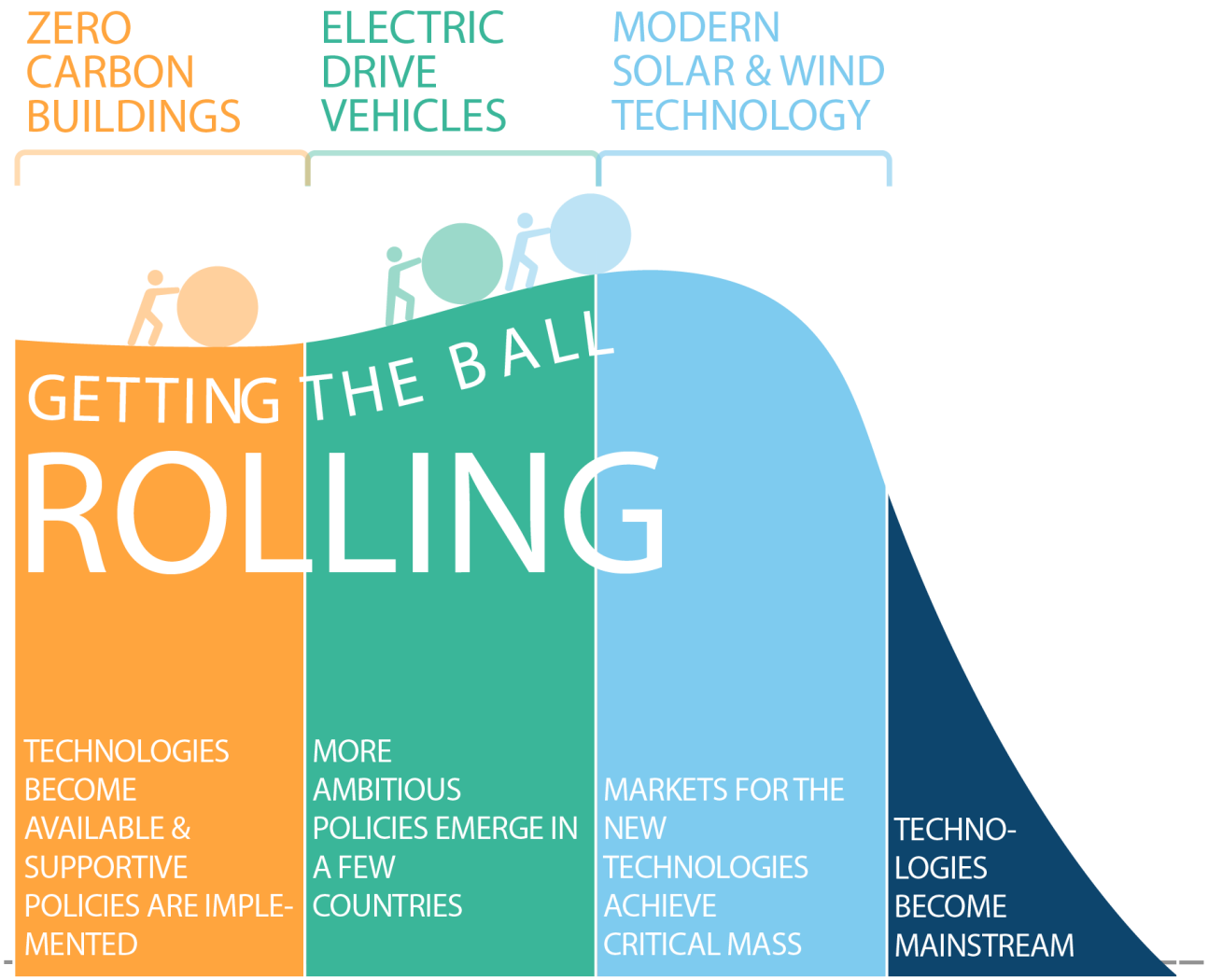
CLIMATE ANALYTICS

IRI THESys

Schellnhuber et al. (2016)

Die Technologien, die wir brauchen, haben wir

CLIMATE ACTION TRACKER



CLIMATE ANALYTICS

IRI THESys

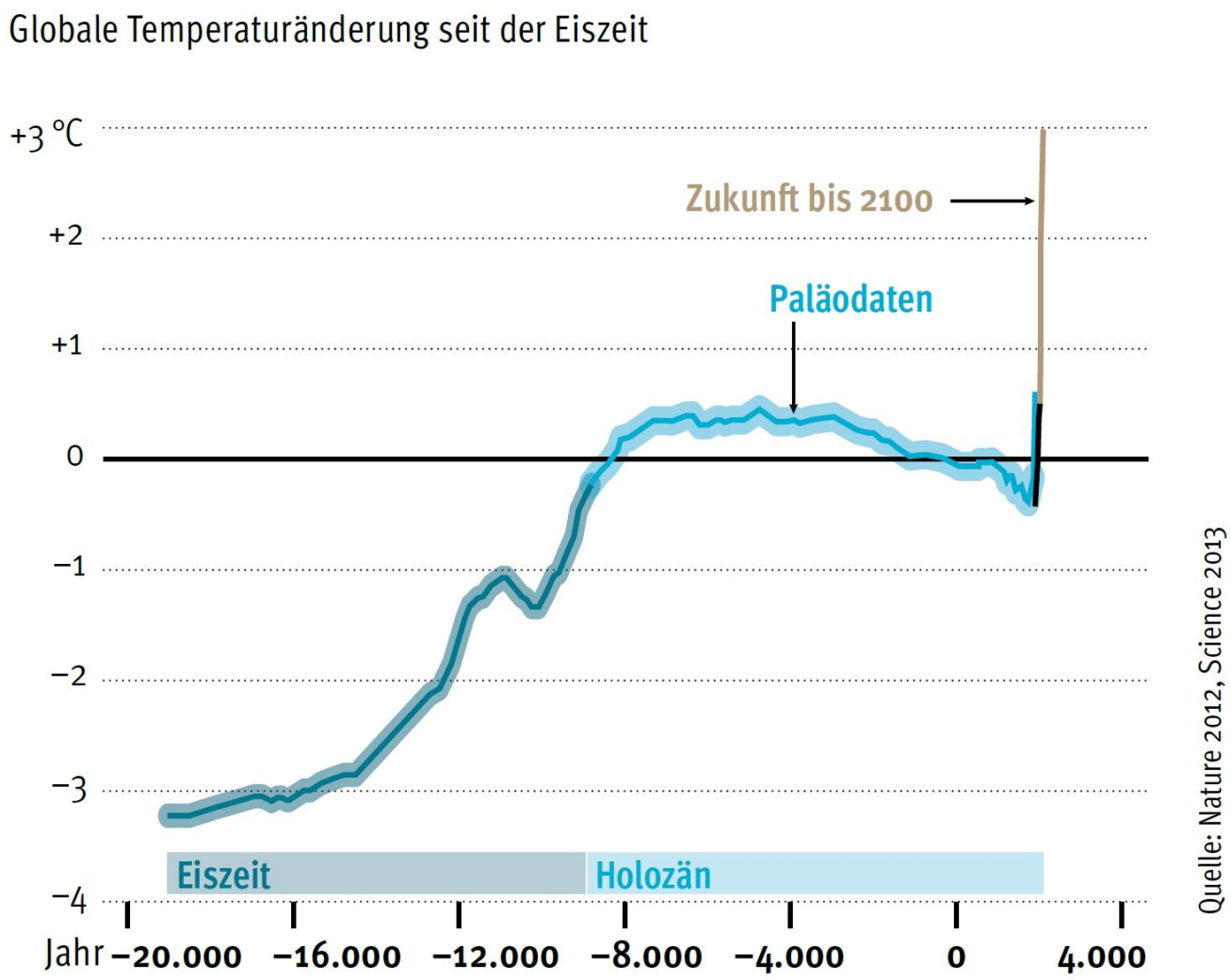
@CA_Latest

ClimateAnalytics

company/climateanalytics-ggmbh

www.climateanalytics.org

Das Klima der Zivilisationsgeschichte



Quelle: Stefan Rahmstorf, Klimalounge

CLIMATE ANALYTICS

IRI THESys

Um was geht es?

Klimawandel und Klimafolgen - Eine (sehr) kurze Einführung

Worum wird es gehen?

Klimawandel und Generationengerechtigkeit

Was ist zu tun?

Klimavermeidung zu 1.5°C

Klimawandel im Jahr 2019

Was um uns herum heute schon passiert

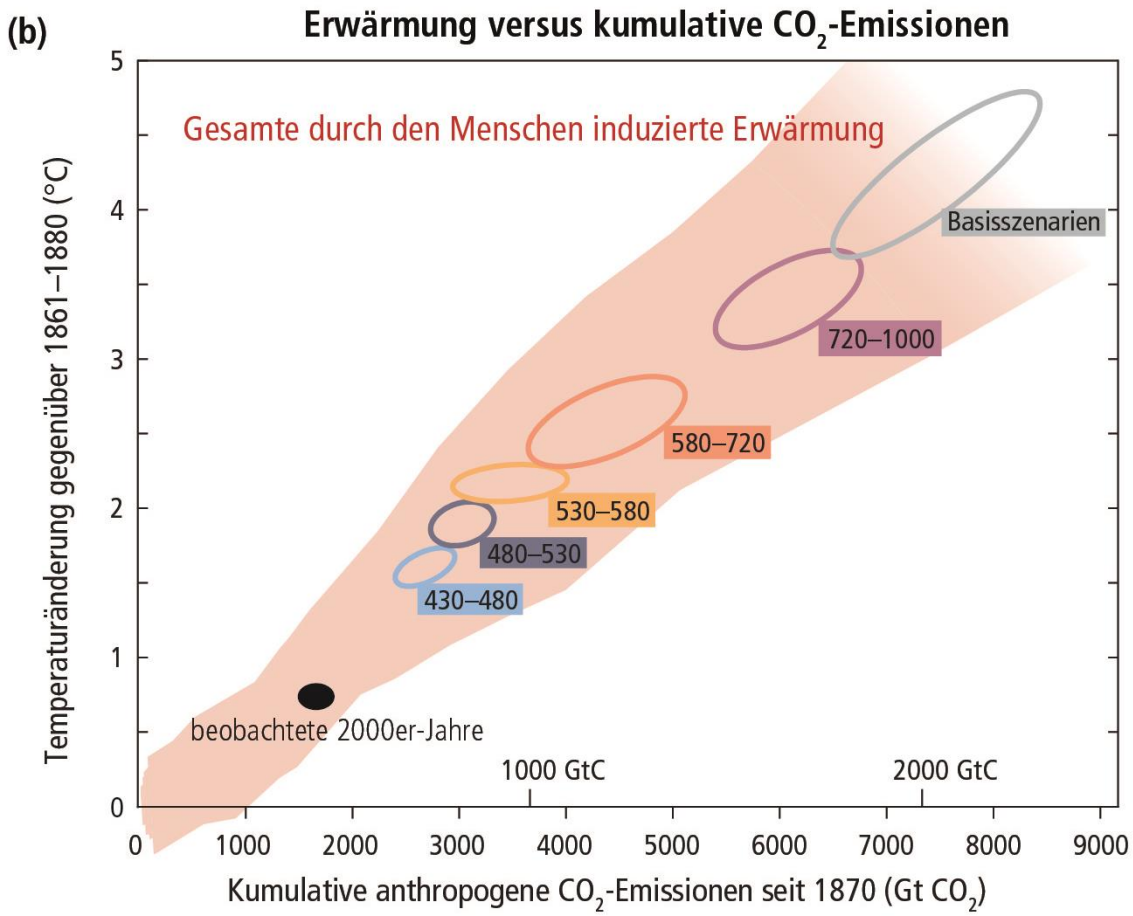
Klimafolgen in der Zukunft

1.5°C und darüber hinaus

Kipppunkte im Klimasystem

Risiken selbstverstärkender Effekte

Das CO2 Budget



SYR Abb. SPM.5

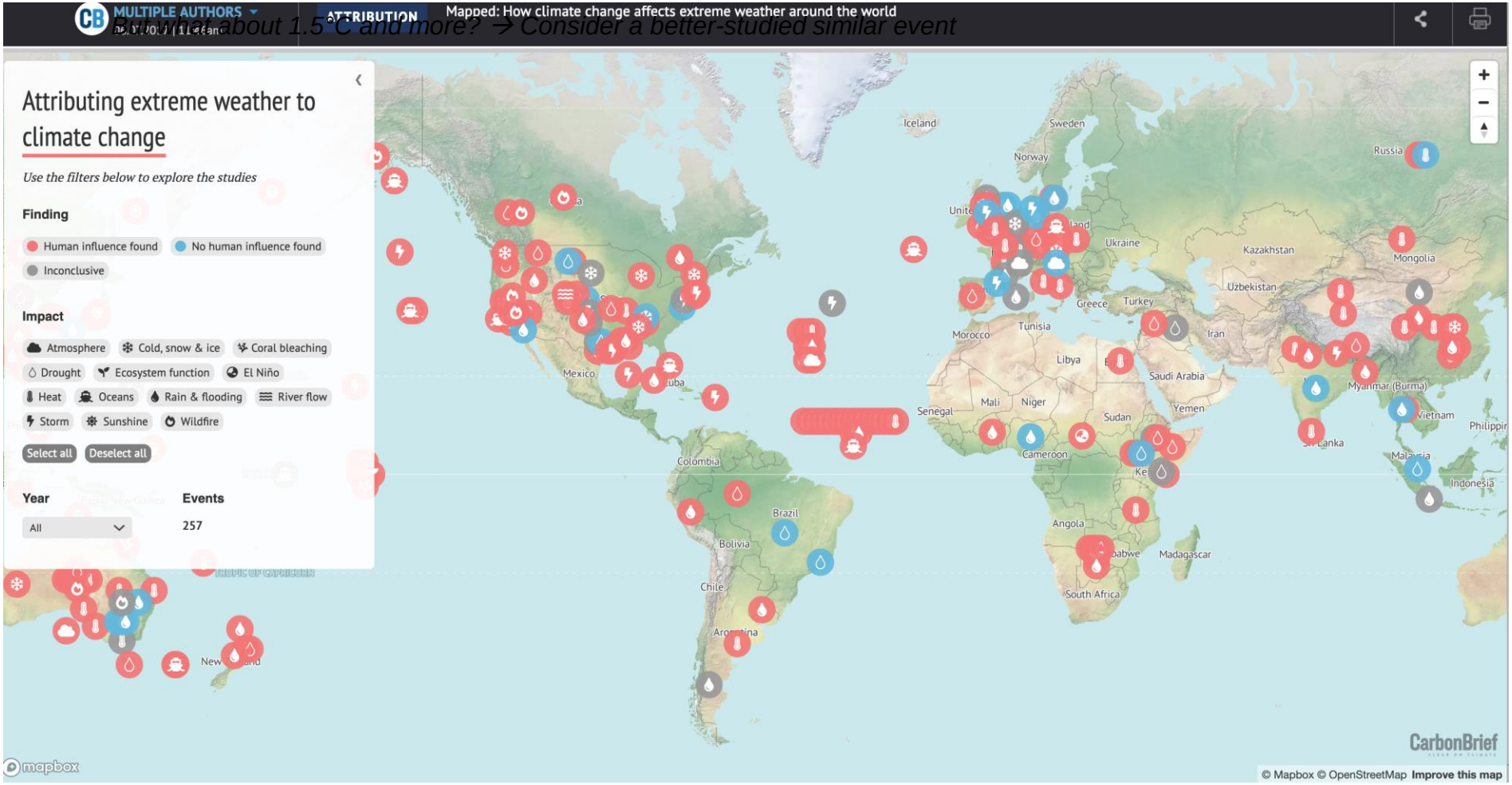
- **Um den Klimawandel zu stoppen, müssen null CO2 Emissionen erreicht werden.**
- **Die Gesamtmenge an CO2, die ausgestoßen werden kann, um das 1.5°C Ziel zu erreichen ist begrenzt**

CLIMATE ANALYTICS

IRI THESys

Extremwetterereignisse werden häufiger

But what about 1.5°C and more? → Consider a better-studied similar event



CLIMATE ANALYTICS

IRI THESys

Um was geht es?

Klimawandel und Klimafolgen - Eine (sehr) kurze Einführung

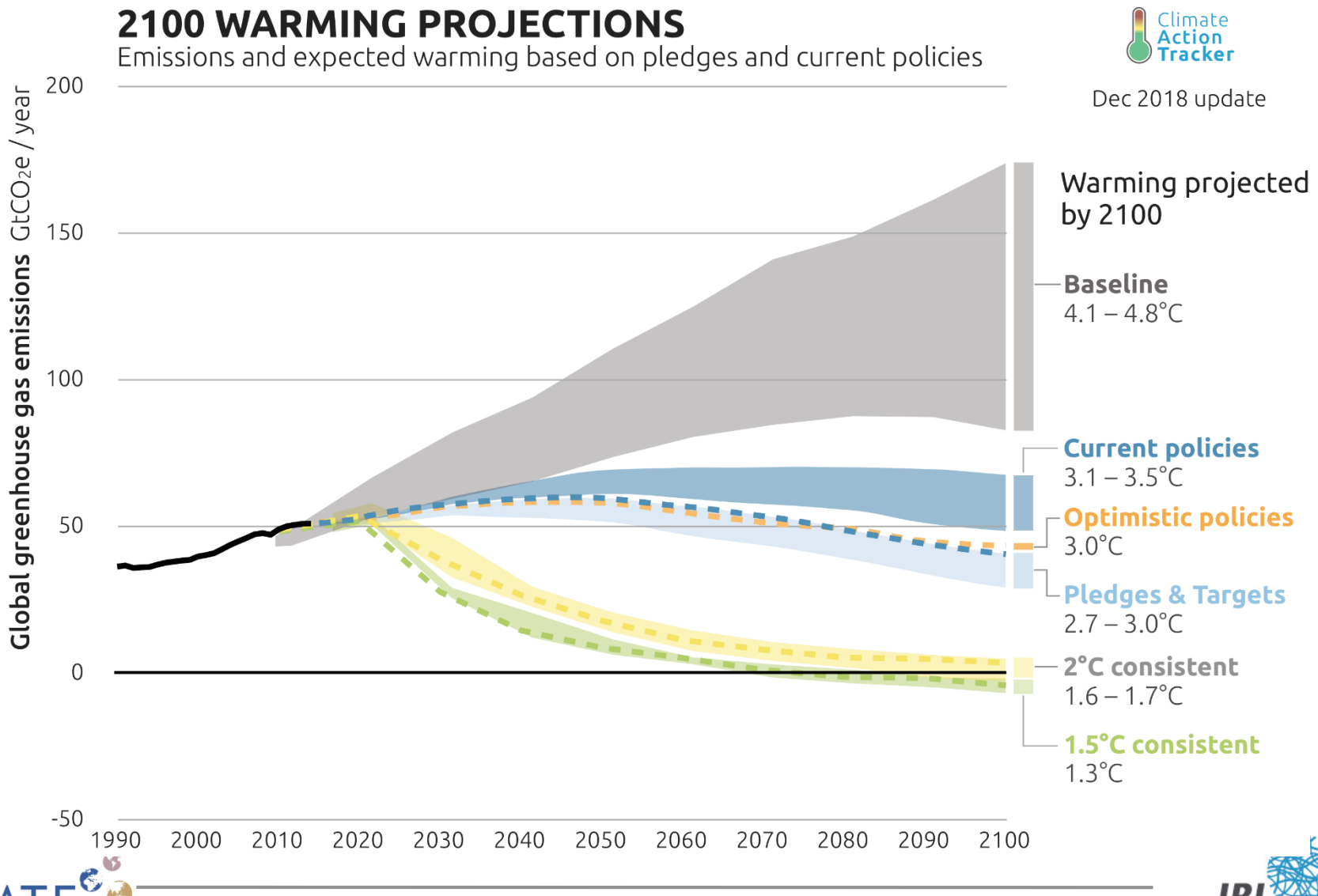
Worum wird es gehen?

Klimawandel und Generationengerechtigkeit

Was ist zu tun?

Klimavermeidung zu 1.5°C

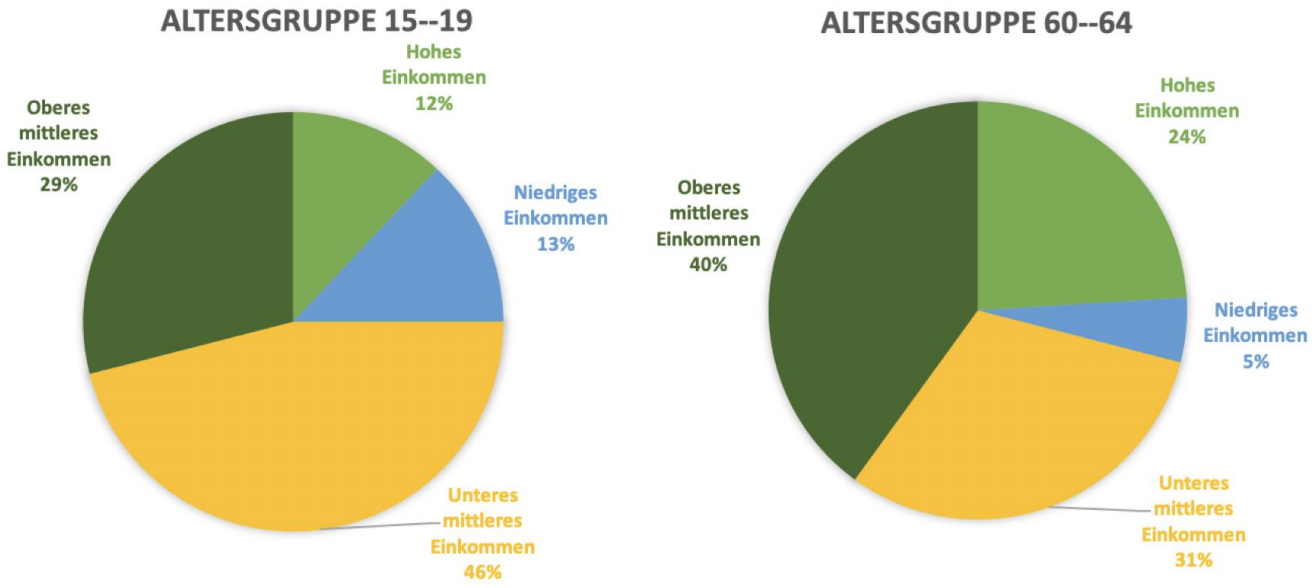
Wohin steuern wir gerade?



CLIMATE ANALYTICS

IRI THESys

Wo intergenerationale und internationale Ungerechtigkeiten zusammenkommen



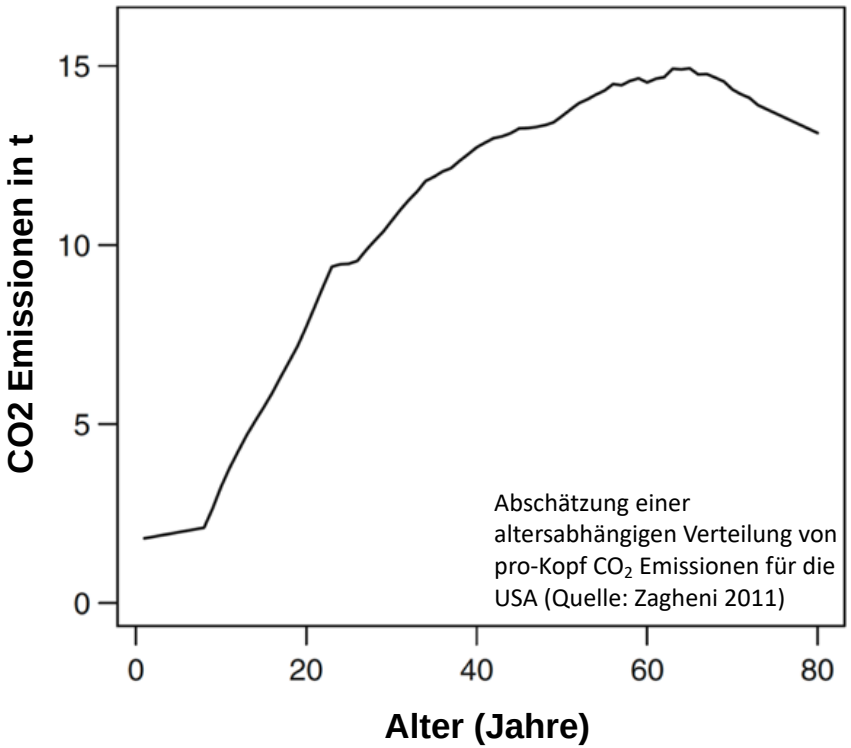
Relative Verteilung der heute 15-19 vs. 60-64 Jährigen für Ländergruppen sortiert nach Einkommen (gemäß der Klassifikation der Weltbank). Quellen: Bevölkerungsdaten: Wittgenstein Center (2018), Länderklassifikationen: Weltbank (2017)

- **Ein immer größerer Teil der heute Jugendlichen lebt in Ländern des globalen Südens die besonders von Klimawandel betroffen sind**

CLIMATE ANALYTICS

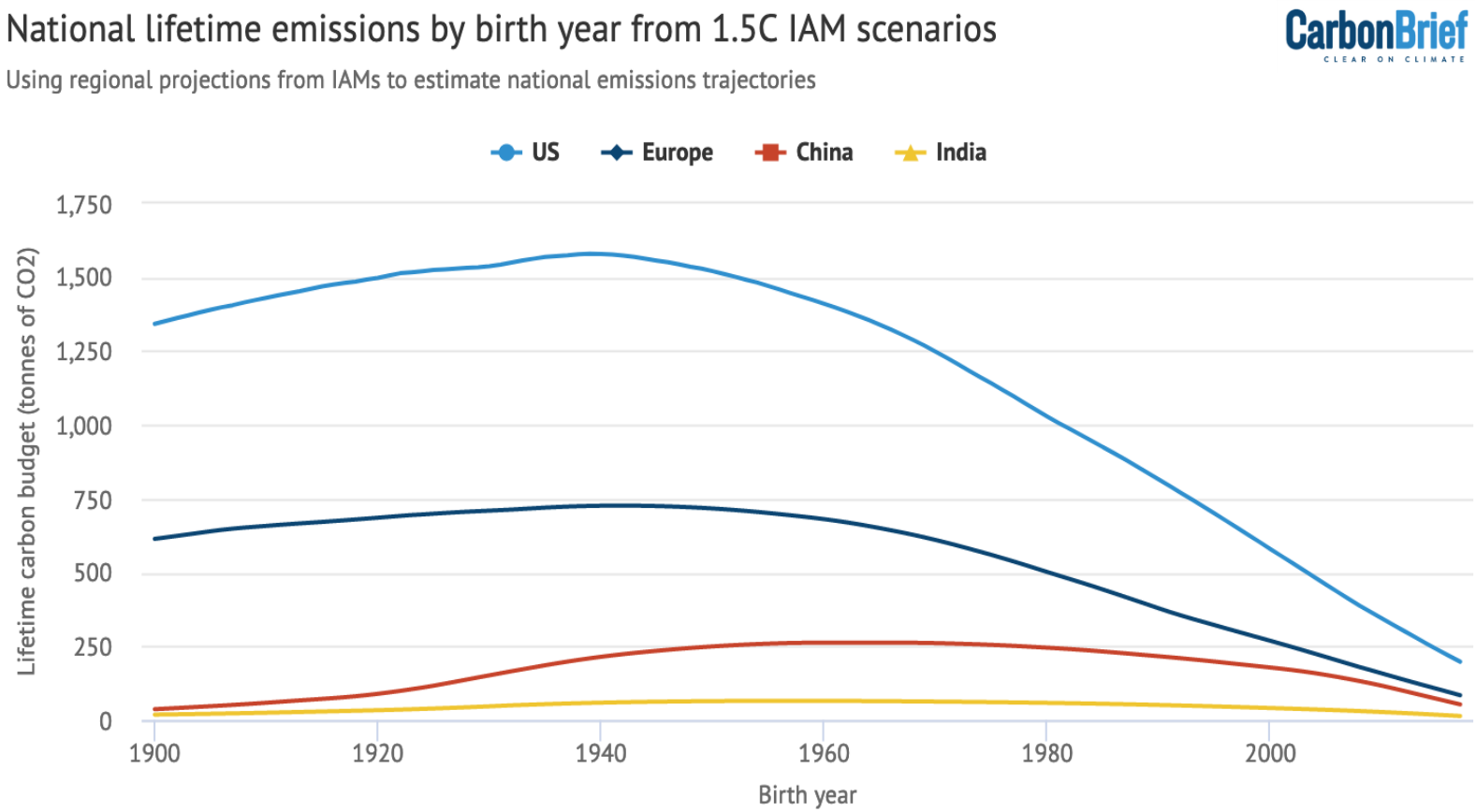
IRI THESys

Pro-Kopf-Emissionen sind eine Frage des Alters (und des Einkommens)



- Es gibt nur wenige wissenschaftliche Studien, die sich mit der Frage von altersabhängigen CO2 Emissionen beschäftigen
- Die Erkenntnisse einer Studie für die USA sind links dargestellt
- **Generell ist es aber sehr plausibel, das ältere Generationen höhere pro-Kopf Emissionen haben, da diese mit dem Einkommen zusammenhängen**

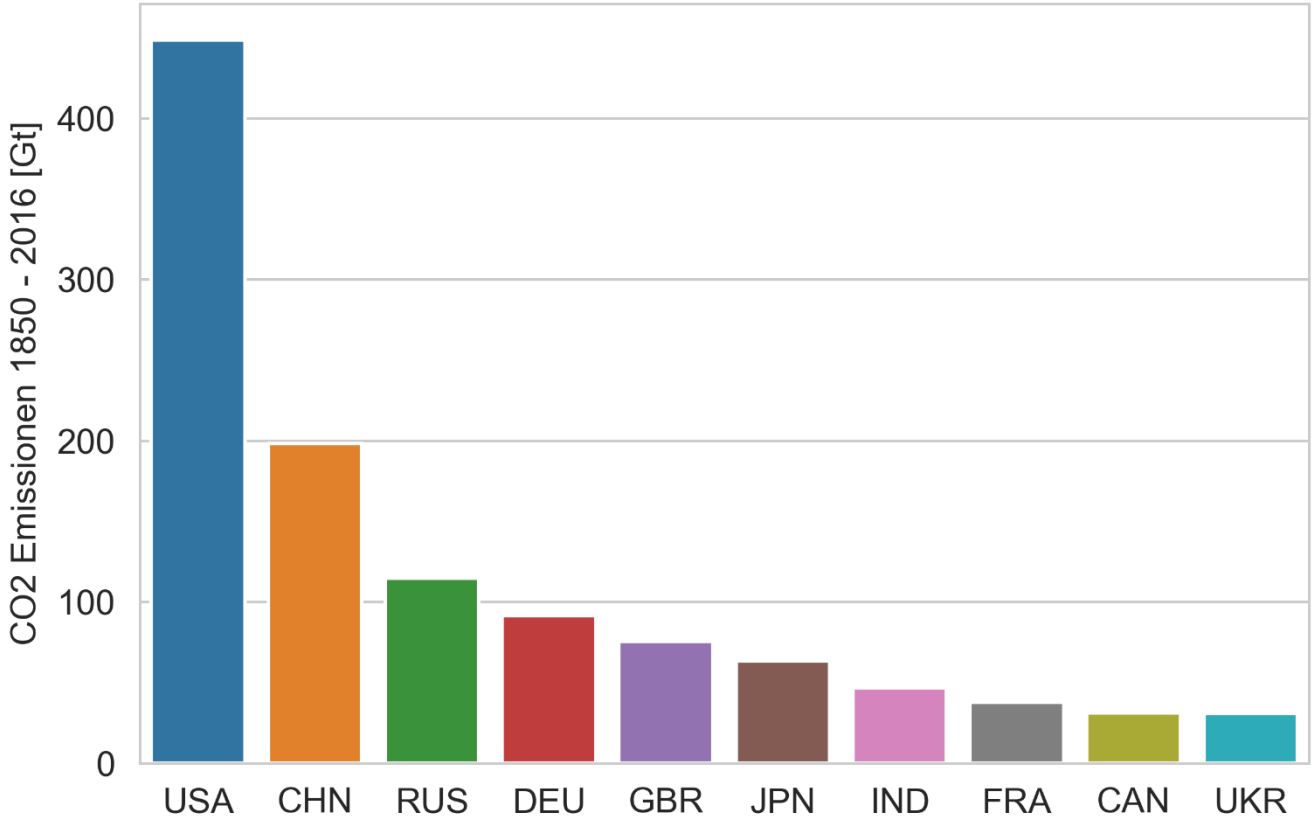
Nur ein Bruchteil der Pro-Kopf Emissionen bleibt der Enkelgeneration



CLIMATE ANALYTICS

IRI THESys

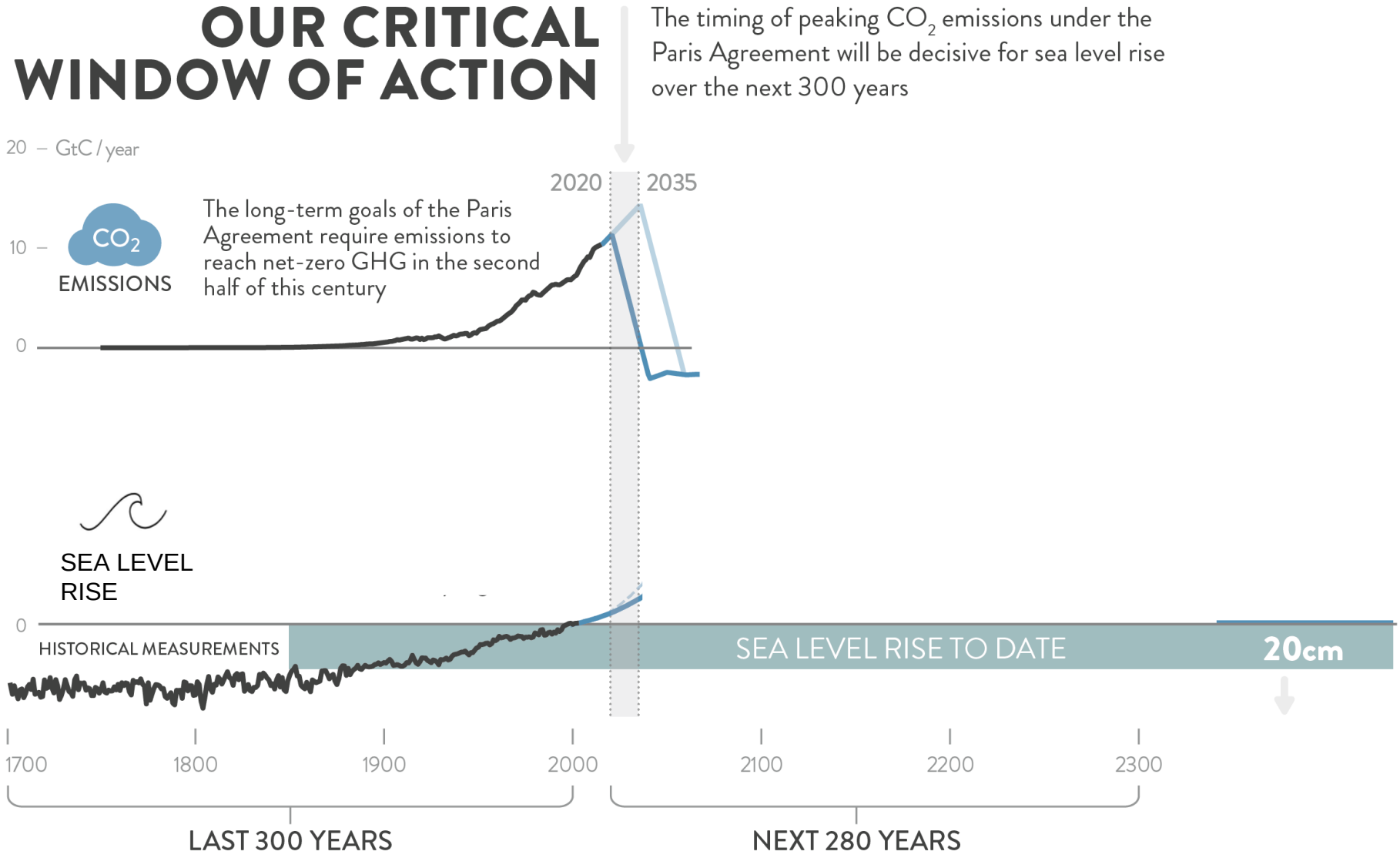
Deutschland hat die viertgrößten historischen Emissionen



CLIMATE ANALYTICS

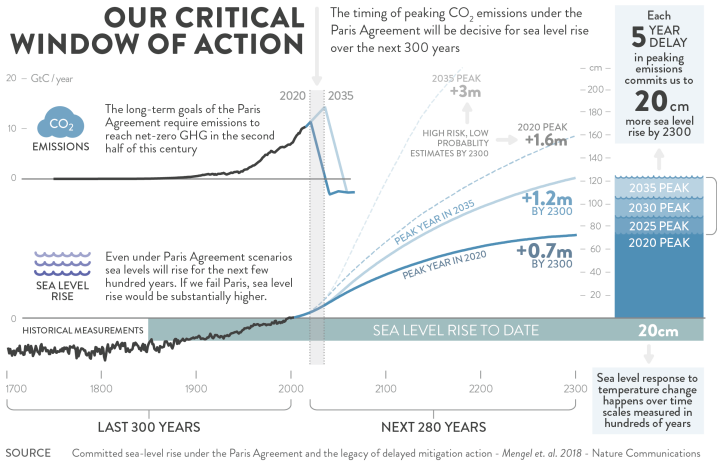
IRI THESys

Unser Vermächtnis im Meeresspiegelanstieg



SOURCE Committed sea-level rise under the Paris Agreement and the legacy of delayed mitigation action - *Mengel et. al. 2018* - Nature Communications

Unser Vermächtnis im Meeresspiegelanstieg



- Alle 5 Jahre, die wir später „die Kurve“ kriegen, werden auf lange Sicht zu so viel Meeresspiegel anstieg führen, wie wir in den letzten 150 Jahren schon beobachtet haben
- Das könnte sogar noch deutlich höher sein, wenn Kipppunkte in der Antarktis und Grönland überschritten werden
- Der Meeresspiegelanstieg ist unser „Vermächtnis“ an zukünftige Generationen: **Wenn schon lange niemand mehr weiß, wie ein Kohlekraftwerk aussieht, wird der Meeresspiegel immer noch steigen**

CLIMATE ANALYTICS

Um was geht es?

Klimawandel und Klimafolgen - Eine (sehr) kurze Einführung

Worum wird es gehen?

Klimawandel und Generationengerechtigkeit

Was ist zu tun?

Klimavermeidung zu 1.5°C

Gründe zur Hoffnung -
Die gesellschaftliche Transformation braucht jeden

CLIMATE ANALYTICS

IRI THESys

@CA_Latest

ClimateAnalytics

company/climateanalytics-ggmbh

www.climateanalytics.org