

Nachhaltigkeit und Digitalisierung der Lehre

Wie nachhaltig ist digitales Prüfen?

Julia Padberg
HAW Hamburg

11. Juni 2024

Gliederung

- **Nachhaltigkeit & SDGs**
- **Klimakrise & Treibhausgase**
- **Rolle der digitalen Techniken**
- **Computer Science for Future**
- **Digitales Prüfen & Nachhaltigkeit**
- **Diskussion**



Nachhaltigkeit

Nachhaltigkeit bedeutet:

Nur so viel Holz schlagen, wie auch nachwachsen kann; vom Ertrag – und nicht von der Substanz leben.

Nachhaltig ist eine Entwicklung, „die den **Bedürfnissen der heutigen Generation** entspricht, **ohne die Möglichkeiten künftiger Generationen zu gefährden**, ihre eigenen Bedürfnisse zu befriedigen und ihren Lebensstil zu wählen.



Leitstrategien der Nachhaltigkeit

[wikipedia](#)

Suffizienz: Reduktion des Ressourcenverbrauchs

Effizienz: Optimierung der Ressourcennutzung

Konsistenz: Naturverträgliche Stoffkreisläufe

Nachhaltigkeit

- Keine einheitliche Definition
- Englisch: Sustainability

UN: Sustainability Development Goals (SDGs)

- 17 Ziele
- für nachhaltige Entwicklung der Agenda 2030

Nachhaltigkeitsziele der UN



Globaler Anspruch der SDGs

Die Agenda 2030 mit ihren 17 Zielen für nachhaltige Entwicklung ist **ein globaler Plan zur Förderung nachhaltigen Friedens und Wohlstands und zum Schutz unseres Planeten**. Seit 2016 arbeiten alle Länder daran, diese gemeinsame Vision zur **Bekämpfung der Armut und Reduzierung von Ungleichheiten** in nationale Entwicklungspläne zu überführen. Dabei ist es besonders wichtig, sich den **Bedürfnissen und Prioritäten der schwächsten Bevölkerungsgruppen und Länder** anzunehmen - denn nur wenn niemand zurückgelassen wird, können die 17 Ziele bis 2030 erreicht werden.

<https://unric.org/de/17ziele/>



SDG 4 Hochwertige Bildung

- Eine kostenlose und hochwertige Grund- und Sekundarausbildung für alle
- Bildungsförderung als Schwerpunkt deutscher Entwicklungspolitik weiter ausbauen
- Zugang zu hochwertiger frühkindlicher Erziehung, Betreuung und Vorschulbildung und zu
- **hochwertiger fachlicher, berufliche und tertiärer Bildung für alle**
- **Beseitigung geschlechtsspezifischer Unterschiede in der Bildung**
- Alle Jugendlichen und viele Erwachsenen sollen lesen, schreiben und rechnen lernen
- Bildung für nachhaltige Entwicklung vorantreiben
- Kinder-, behinderten- und geschlechtergerechte Bildungseinrichtungen



SDG13 Maßnahmen zum Klimaschutz

- **Begrenzung des globalen Temperaturanstiegs auf 1,5 Grad
globale Treibhausgas-Neutralität zur Jahrhundertmitte**
- Verbesserung der politischen Rahmenbedingungen in Schwellen- und Entwicklungsländern für den Klimaschutz verbessern.
- Kompatibilität der internationale Finanzinstitutionen mit den Klimazielen von Paris
- Den Privatsektor für den globalen Klimaschutz mobilisieren.
- 50 Schwellen- und Entwicklungsländer bis 2025 bei der Formulierung und Umsetzung ehrgeiziger Klimaziele unterstützen.
- Absicherung von 500 Millionen arme und verwundbare Menschen bis 2025 gegen Klimarisiken absichern.
- Privates Engagement für Klimaschutz und nachhaltige Entwicklung mobilisieren

Der Donut



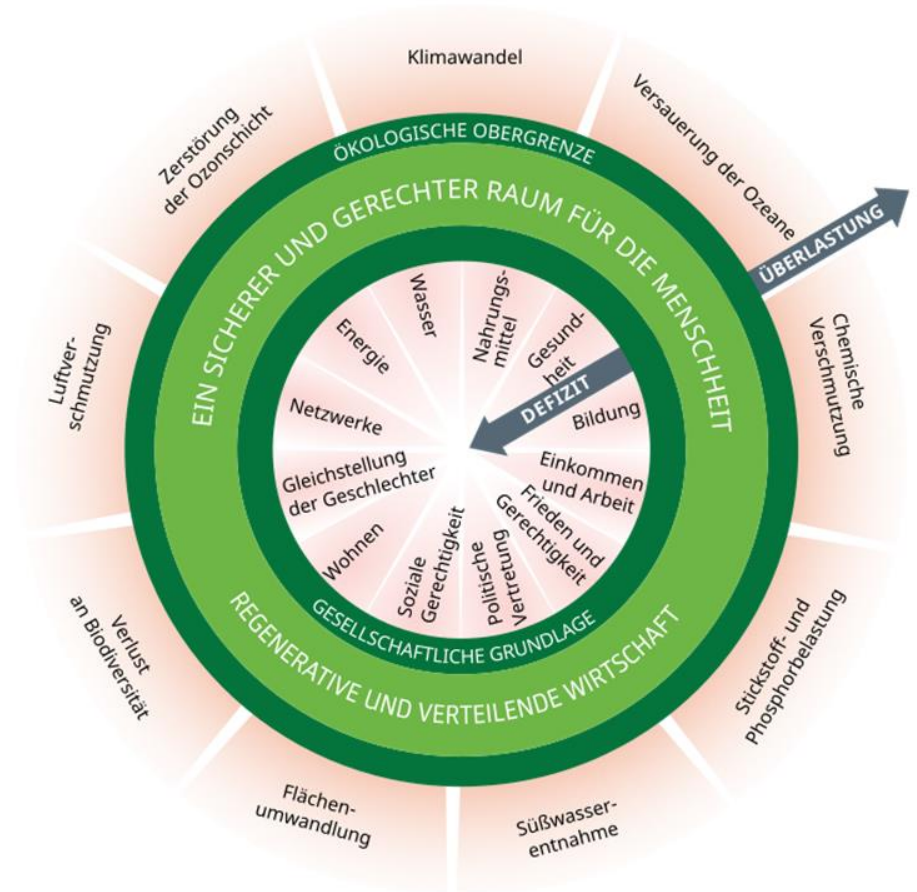
Handlungsspielraum für wirtschaftliches Handeln

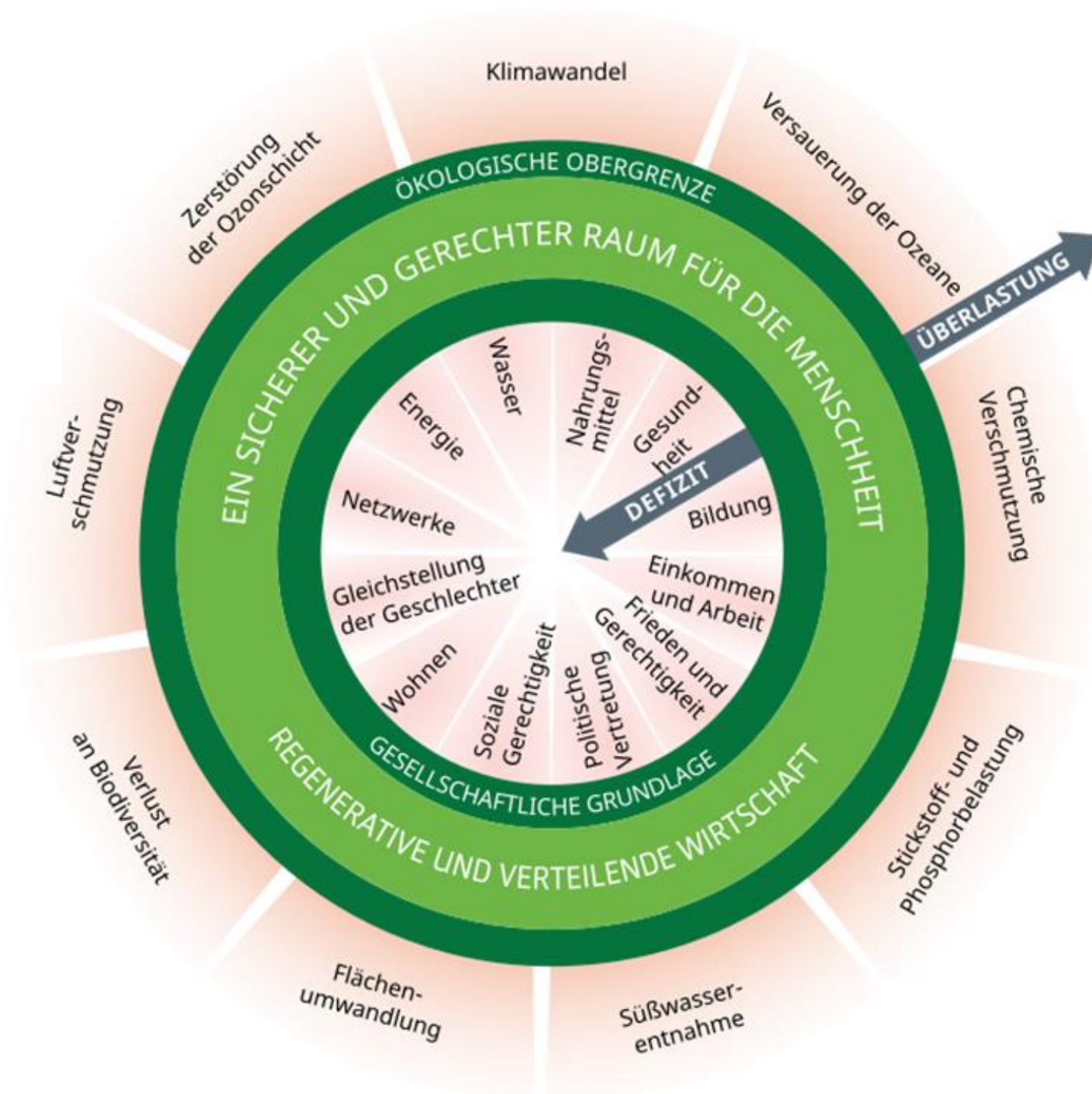


Innerhalb der planetaren und sozialen Grenzen



Donut nach Kate Raworth



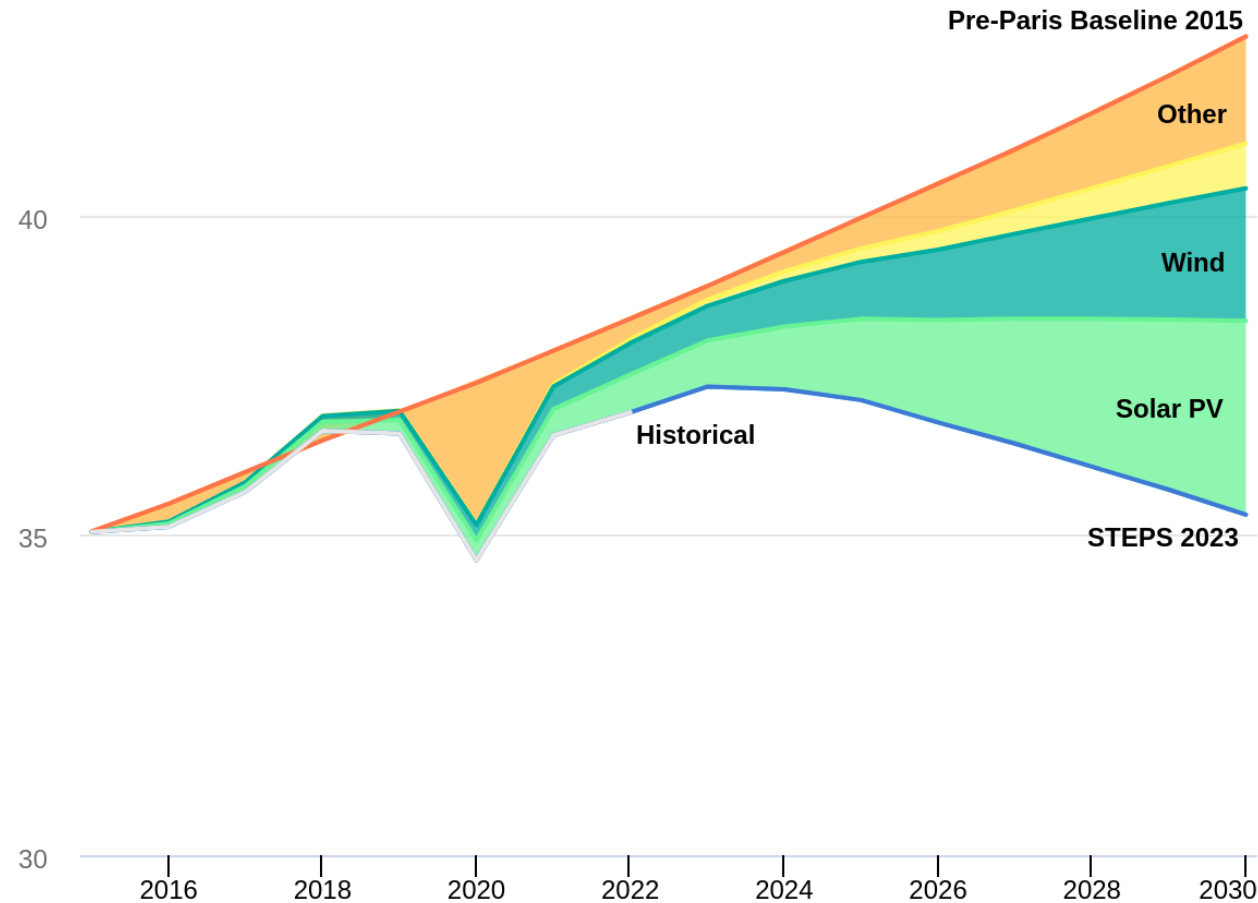


Gliederung

- Nachhaltigkeit & SDGs
- **Klimakrise & Treibhausgase**
- Rolle der digitalen Techniken
- Computer Science for Future
- Digitales Prüfen & Nachhaltigkeit
- Diskussion



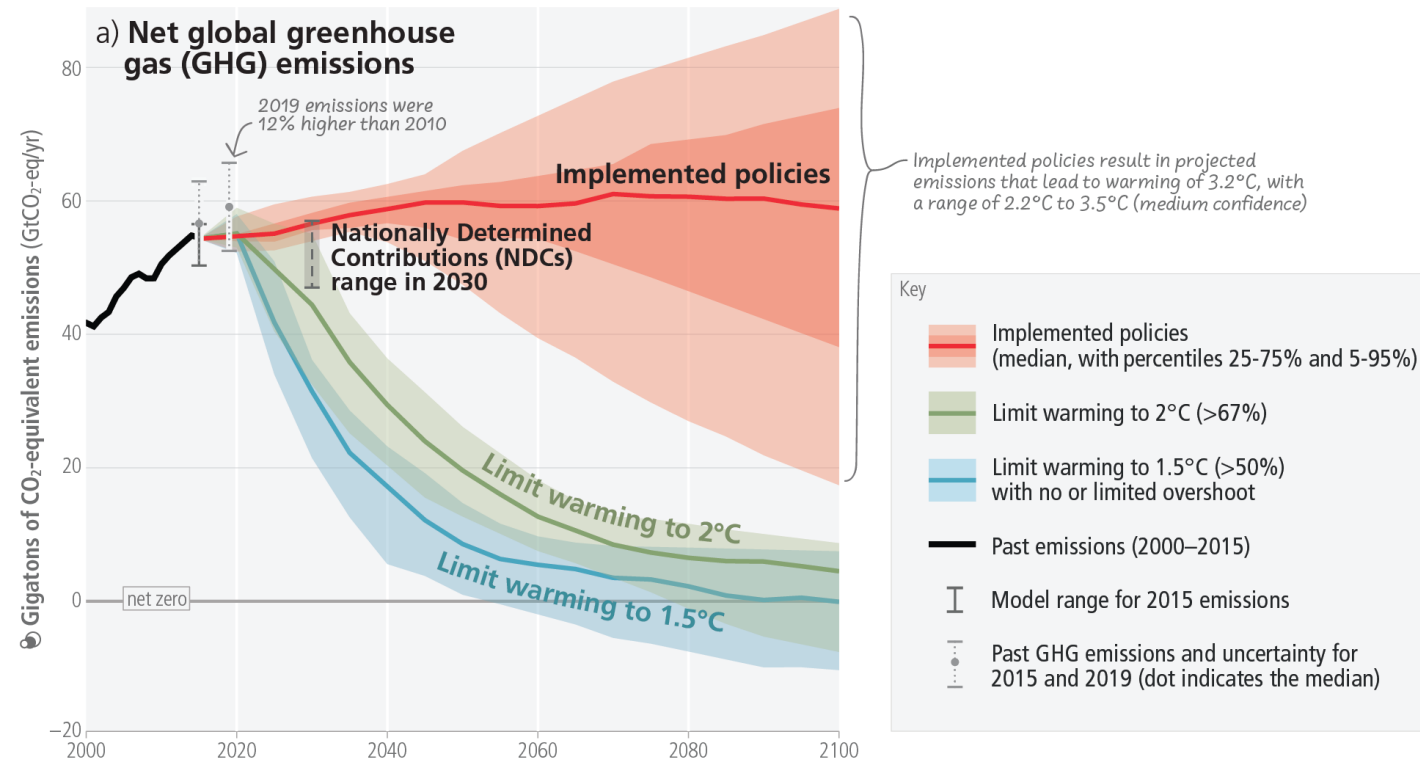
Stand der Energietransformation (International Energy Agency)



AR6 Synthesis Report: Climate Change 2023

Limiting warming to 1.5°C and 2°C involves rapid, deep and in most cases immediate greenhouse gas emission reductions

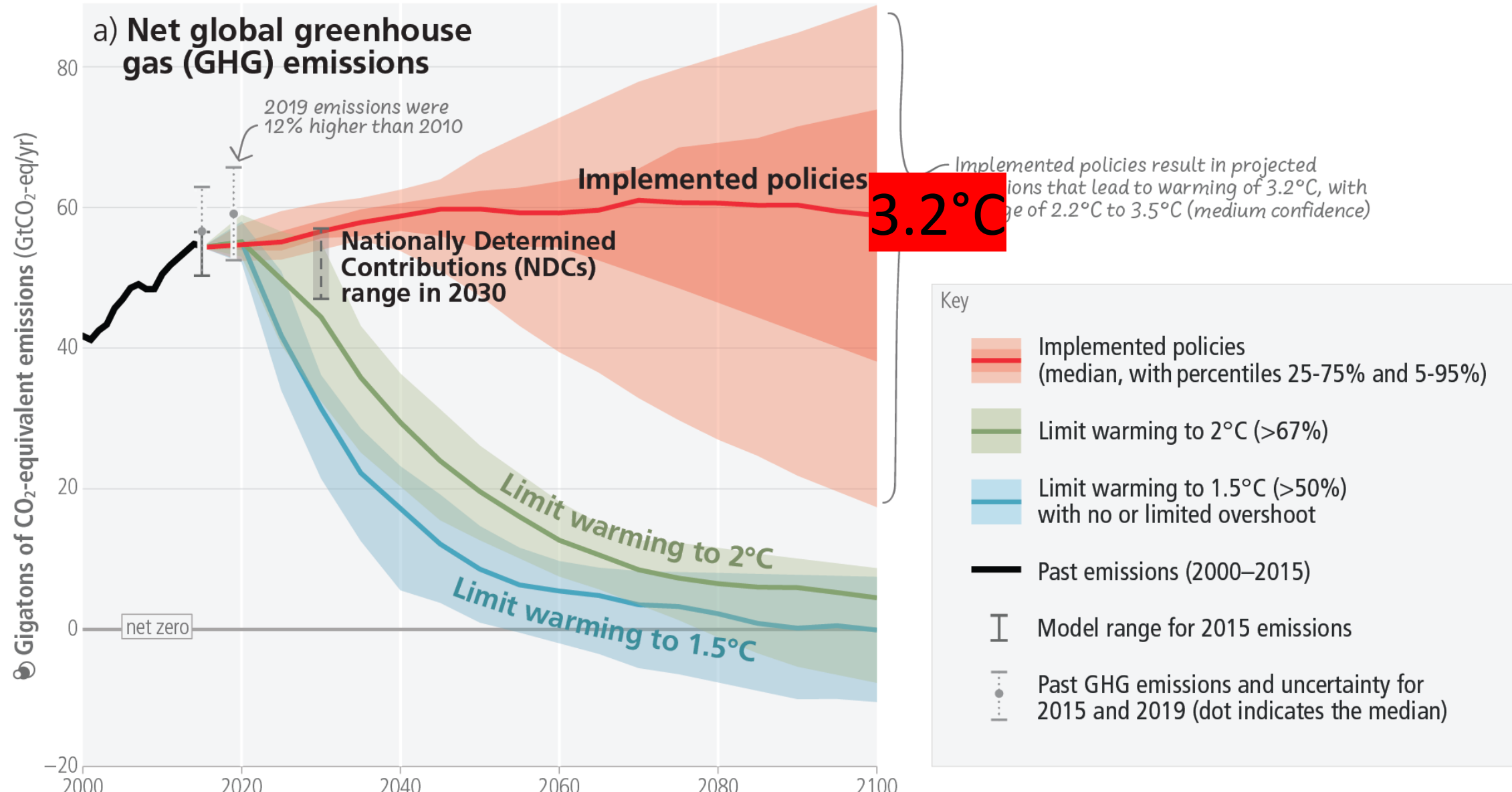
Net zero CO₂ and net zero GHG emissions can be achieved through strong reductions across all sectors



Implemented policies result in projected emissions that lead to warming of 3.2°C, with a range of 2.2°C to 3.5°C (medium confidence)

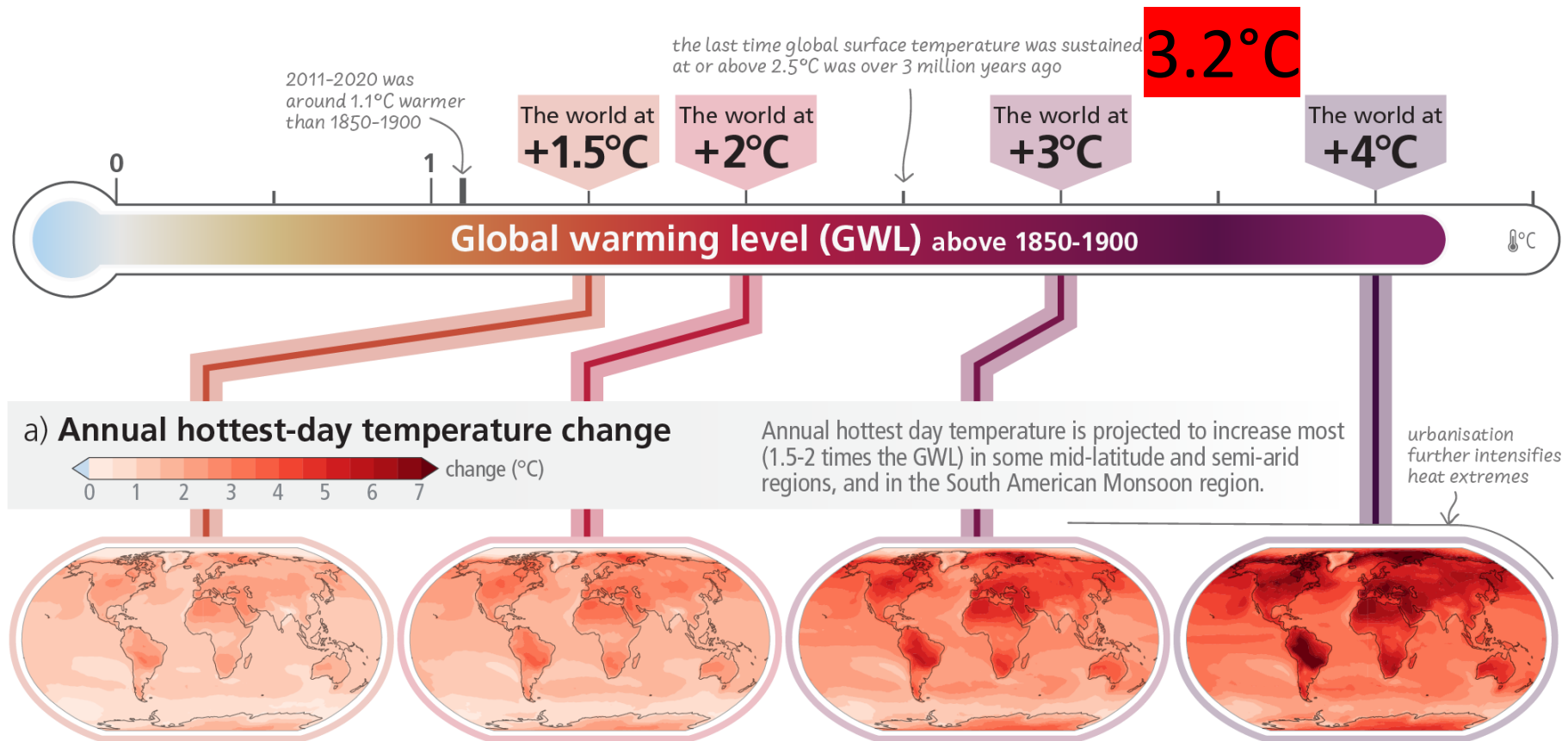
Limiting warming to 1.5°C and 2°C involves rapid, deep and in most cases immediate greenhouse gas emission reductions

Net zero CO₂ and net zero GHG emissions can be achieved through strong reductions across all sectors

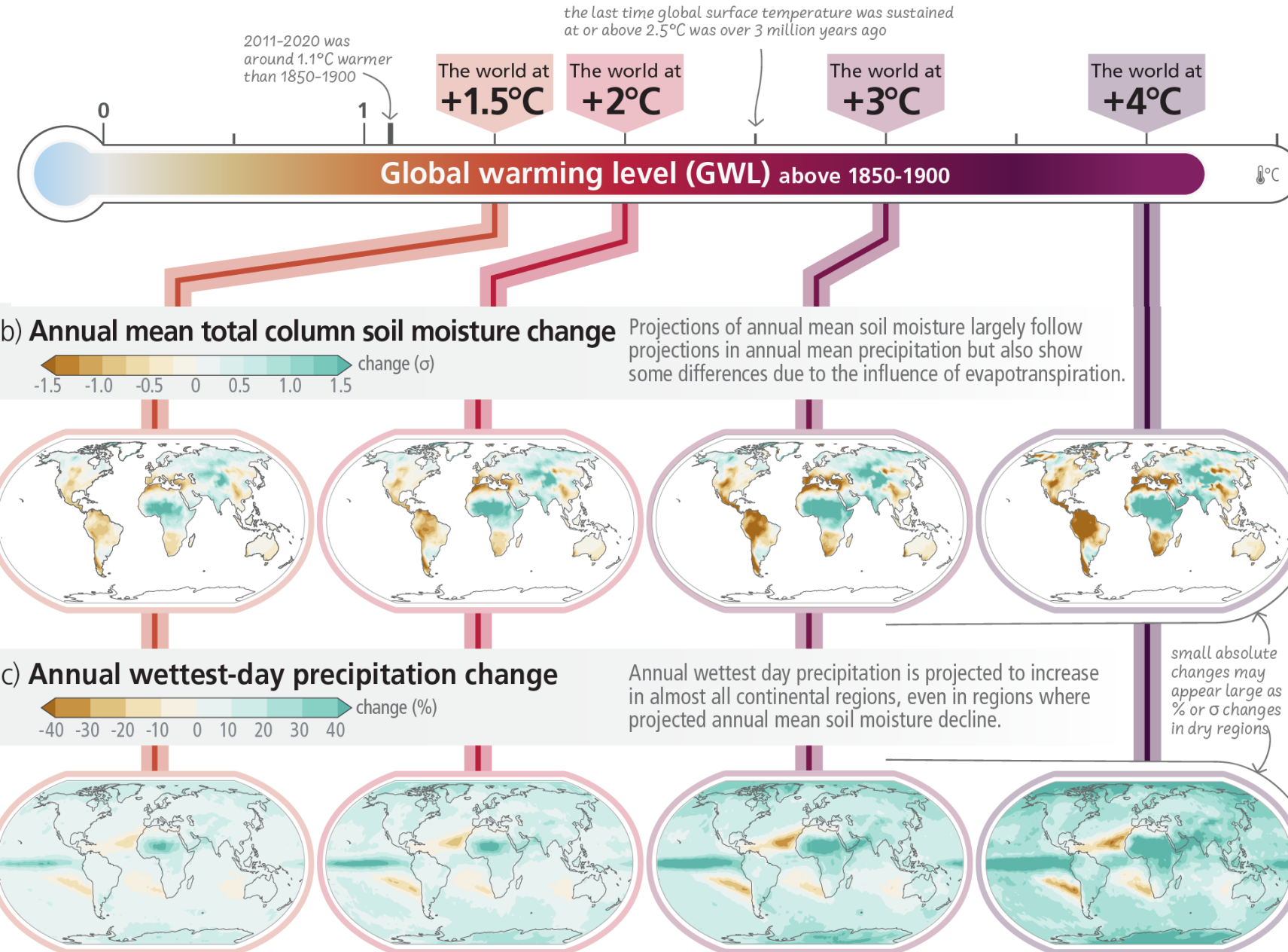


AR6 Synthesis Report: Climate Change 2023

With every increment of global warming, regional changes in mean climate and extremes become more widespread and pronounced



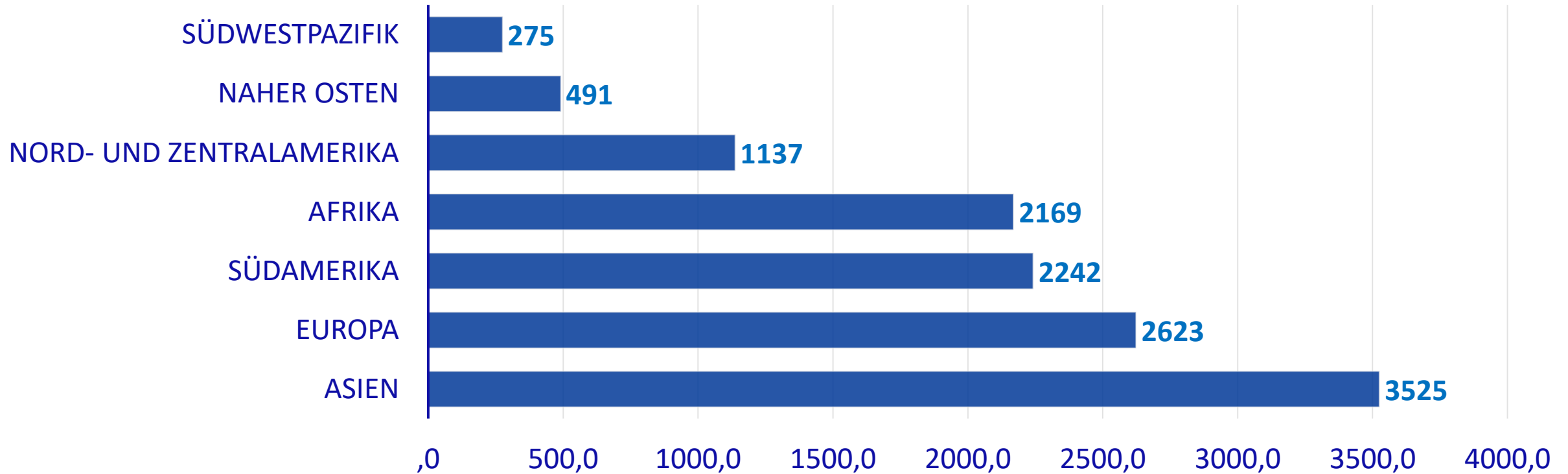
With every increment of global warming, regional changes in mean climate and extremes become more widespread and pronounced



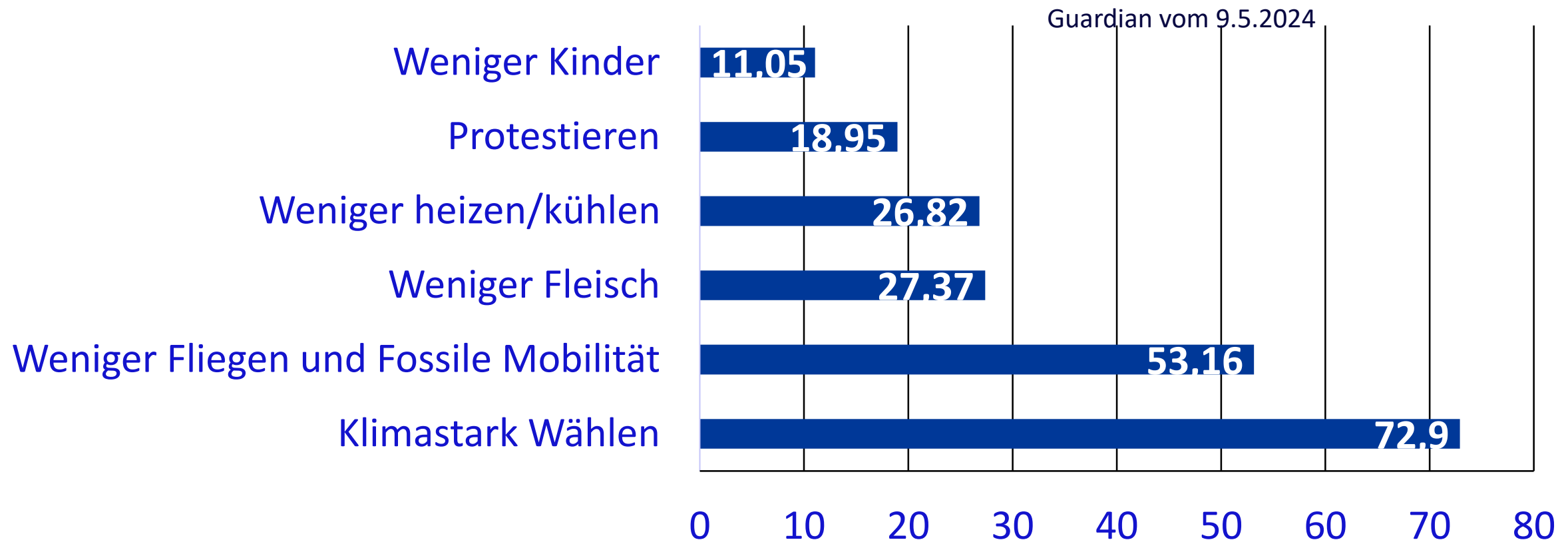
Volkswirtschaftliche Kosten aufgrund des Klimawandels nach Weltregion 2050

World Economic Forum, 1/ 2024

(in Milliarden US-Dollar)



Brauchbare individuelle Strategien laut der 380 befragten Experten in Prozent



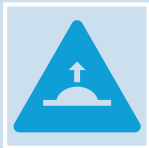
Gliederung

- Nachhaltigkeit & SDGs
- Klimakrise & Treibhausgase
- **Rolle der digitalen Techniken**
- Computer Science for Future
- Digitales Prüfen & Nachhaltigkeit
- Diskussion



Digitale Techniken Problem oder Lösung

Christoph Meinel (HPI) - Environmental Impact of Digitalization



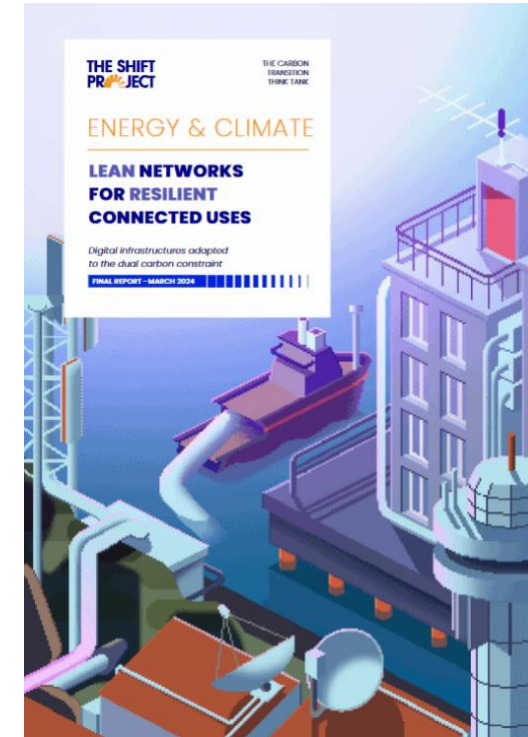
Digitale Techniken tragen erheblich zur weltweiten $\text{CO}_{2\text{eq}}$ -Emission bei



Digitale Techniken verringern die weltweiten $\text{CO}_{2\text{eq}}$ -Emissionen
zB durch Datenanalyse und KI



ABER Reduktion der $\text{CO}_{2\text{eq}}$ -Emissionen DRINGEND NOTWENDIG



<https://theshiftproject.org/en/article/virtual-worlds-and-networks-new-reports-release/>

Digitalisierung & CO_{2eq}-Emissionen

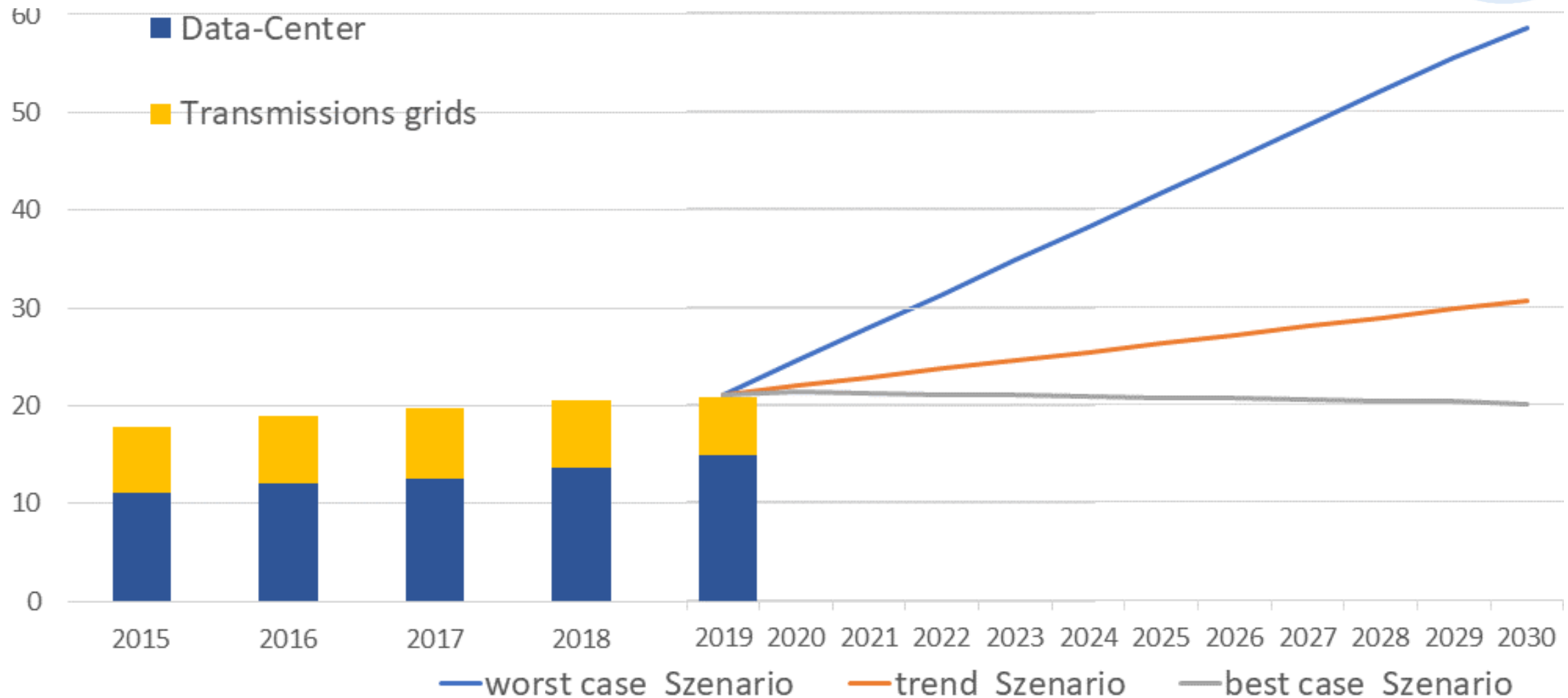
([iea tracking](#))

Digitale Technologien
2% der energiebezogenen Treibhausgasemissionen

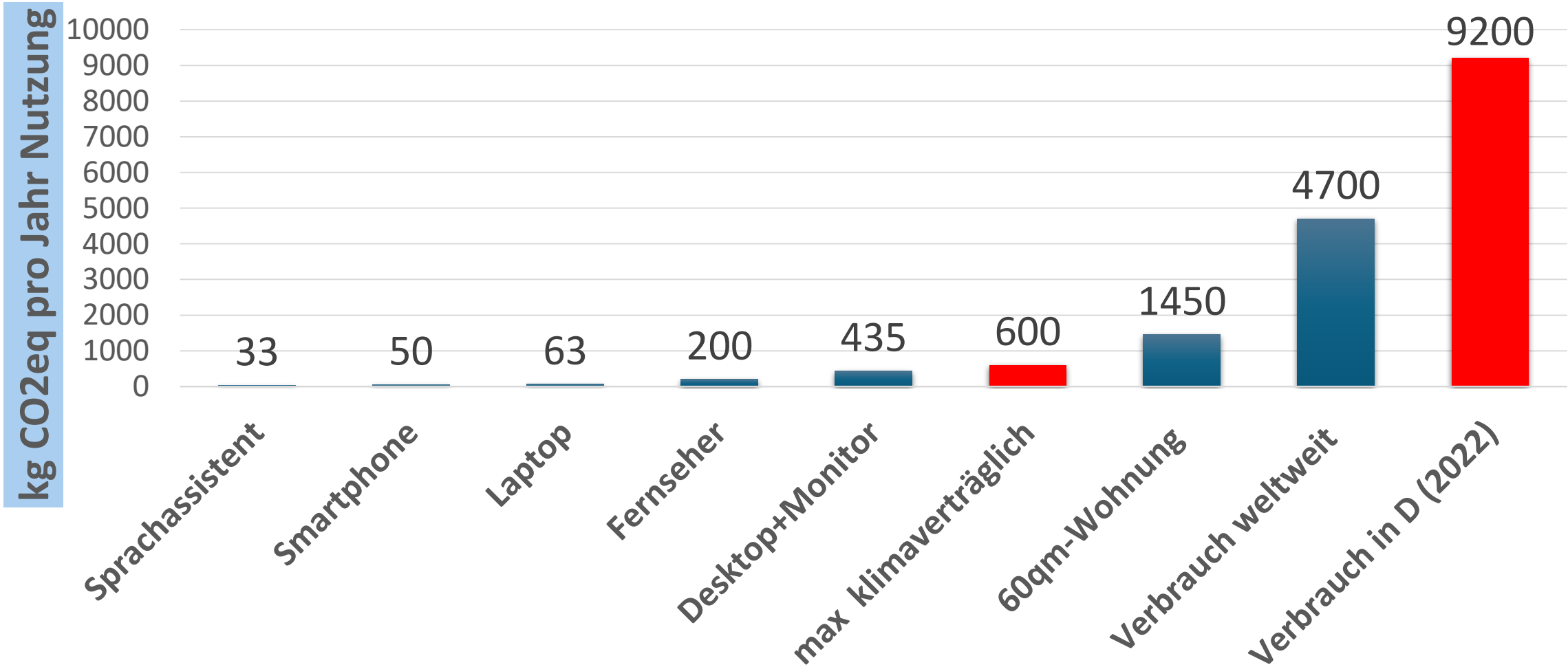
Geringe Steigerung der Emissionen seit 2010

Dennoch Halbierung der Emissionen bis 2030

Energieverbrauch der IT in Deutschland nach [GC22] S.2



CO_{2eq}-Emissionen für Herstellung digitaler Endgeräte



CO₂eq-Emission für digitale Aktionen



Digitale Suffizienz

([Santarius etal, 2022](#))

Hardware-suffizienz

Software-suffizienz

Nutzer-suffizienz

Ökonomische Suffizienz

Gliederung

- Nachhaltigkeit & SDGs
- Klimakrise & Treibhausgase
- Rolle der digitalen Techniken
- **Computer Science for Future**
- Digitales Prüfen & Nachhaltigkeit
- Diskussion



CS4F Computer Science for Future

Initiative um Klimaschutz und Nachhaltigkeit
(im Dep Informatik)

Getragen von allen
Student*innen, Mitarbeiter*innen und Professor*

Veränderungsprozess in unterschiedlicher Granula



Chat **le Teams**



CS4F

▼ Hauptkanäle

Allgemein

Board

ChatGPTInDerLehre

Drittmittel

FAQ

Jugendhilfe

Landing Page

Lehre

Lektüre

Nachhaltigkeitslabor

P3.1-Podcast

Planung

Podcast-Diskussion

PublicRelations

Lehrzentriertes Vorgehen



Wissensallmende

- Plattformen und Methoden
- zur Förderung von Partizipation, Wissenstransfer, Interdisziplinarität und Wissenschaftskommunikation

Mikromodule

- kleine, inhaltliche Lehreinheiten
- Integration in Pflichtmodule
- Innovative Lehrkonzepte

Mikromodule für Nachhaltigkeitsthemen

Teaser

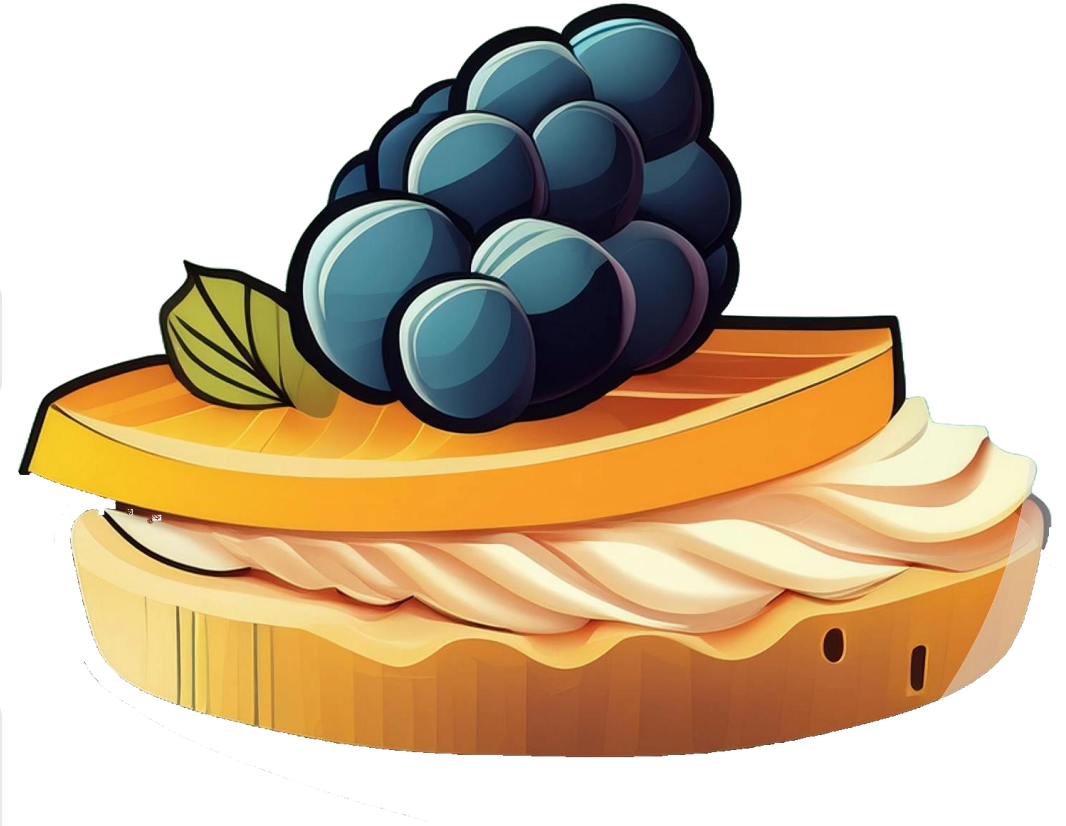
- Infographik
- Unterstützung durch HOOU

Lerninhalte, z.B.

- Interaktive Elemente
- Folien, Aufgaben, Podcast
- ggf auch digitale Prüfungen

Hintergrundpapier

- Wissenschaftlich
- Quellenbasiert



Gliederung

- Nachhaltigkeit & SDGs
- Klimakrise & Treibhausgase
- Rolle der digitalen Techniken
- Computer Science for Future
- **Digitales Prüfen & Nachhaltigkeit**
- Diskussion



Zukunftsfähige Digitalisierung der Lehre

Integrierte Lernplattformen

Hybride Lernmodelle

Personalisierte Lernpfade

Nachhaltige IT-Infrastrukturen



Digitale Prüfungen an der HAW Hamburg (Fak TI)

übernommen von Prof. Dr.-Ing Landenfeld

dauerhaftes zukünftiges Szenario

gestiegene Leistungsfähigkeit

Durchführung in Präsenz

Absicherung der verwendeten Rechnerinfrastruktur

E-Assessment an der HAW-TI

übernommen von Prof. Dr.-Ing Landenfeld

Vorlesungsbegleitendes digitales Üben

Interaktives Lernen

Digitale Übungsaufgaben

Digitale Prüfungen

... in abgesicherter Umgebung

HAW
HAMBURG

Mathematik Informatik Naturwissenschaften Technik Wirtschaft Klausuren

HAW-Hamburg: E-Assessment



Bitte beachten Sie, dass diese Plattform nur Studierenden und Lehrenden der HAW Hamburg zur Verfügung steht.

HAW Login

E-Assessment an der HAW-TI

übernommen von Prof. Dr.-Ing Landenfeld

Langjährige Erfahrungen

Moodle-Plattform für E-Assessment

Eigenentwicklungen:

- GOMaxima für performante Prüfungen
- Prüfungsabsicherung Examuntu
- Syntaxhilfe zur Formeleingabe
- Archivierung von Prüfungen



Vorteile digitaler Prüfungen

Flexibilität und Zugänglichkeit

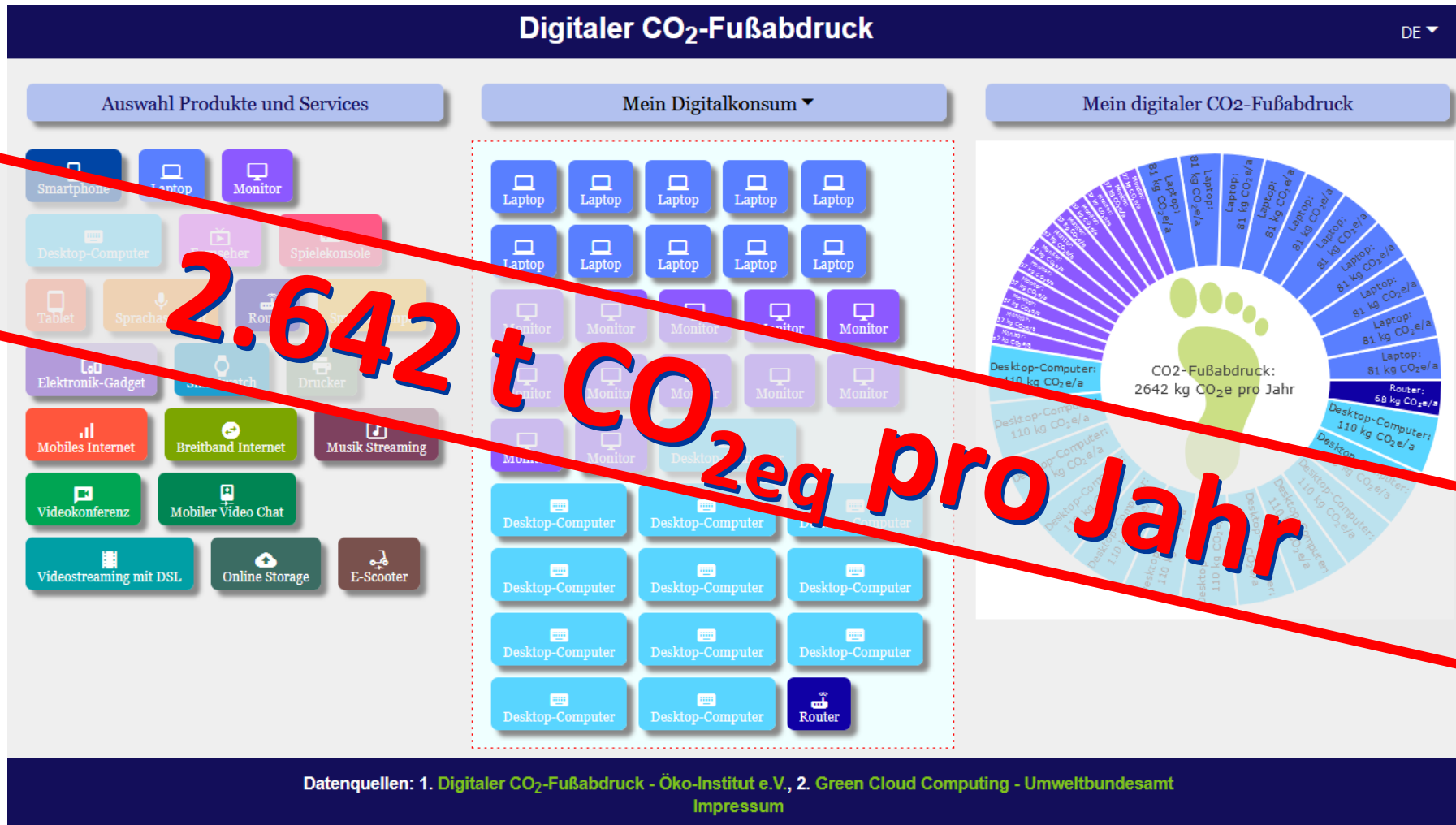
Effiziente Auswertung

Vielfältige Prüfungsformate



Digitaler Fußabdruck eines kleinen PC-Pools für digitale Prüfungen

<https://www.digitalcarbonfootprint.eu/> (Görger 2020)



Digitale Prüfungen und CO_{2eq}-Emissionen

Herstellung / Entsorgung

- Nutzungsdauer so lang wie möglich
- Reparatur / Entsorgung / Recycling

Energieverbrauch der Geräte

- erhöhter Energieverbrauch
- Geräte möglichst energieeffizient

Reduktion der CO_{2eq}-Emissionen

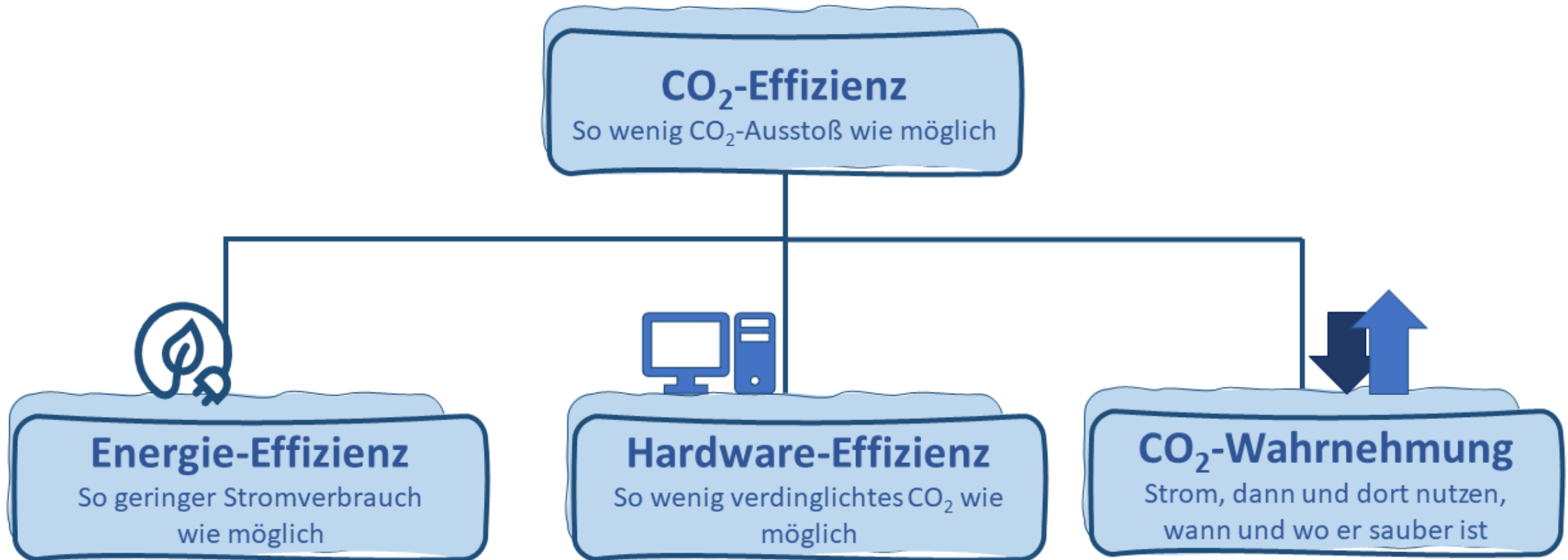
- möglich
- Papierverbrauch/Räume

aber OHNE Neuanschaffungen

- Nutzung vorhandener Infrastruktur
- BYOD

CO₂-Effiziente Software

Green Software Foundation



Mehr Infos



<https://greensoftware.foundation/>



<https://open.hpi.de/channels/clean-it-forum>



<https://www.oeko.de/>



<https://theshiftproject.org/en/home/>

Gliederung

- Nachhaltigkeit & SDGs
- Klimakrise & Treibhausgase
- Rolle der digitalen Techniken
- Computer Science for Future
- Digitales Prüfen & Nachhaltigkeit
- **Diskussion**



Fazit

Digitale Prüfungen sind sinnvoll,



aber **aktive Reduktion** der Umweltauswirkungen digitaler Technologien



CO_{2eq}-Emissionen bei Planung, Beschaffung und Entsorgung **berücksichtigen**



BYOD oder vorhandene Infrastruktur nutzen
Hardware-Neukäufe zu vermeiden

Fragen & Diskussion



Quellen

<https://de.wikipedia.org/wiki/Nachhaltigkeit>

<https://www.bundesregierung.de/breg-de/themen/nachhaltigkeitspolitik>

Kate Raworth (2012): *A Safe and Just Space for Humanity: Can We Live within the Doughnut?* Oxfam Discussion Papers.

Approved Summary for Policymakers IPCC AR6 SYR https://report.ipcc.ch/ar6syr/pdf/IPCC_AR6_SYR_SPM.pdf

Oliver Wyman; World Economic Forum, Quantifying the Impact of Climate Change on Human Health, Seite 17, Januar 2024
Guardian vom 9.5.2024, https://www.theguardian.com/environment/article/2024/may/09/what-are-the-most-powerful-climate-actions-you-can-take?CMP=Share_AndroidApp_Other

Grünwald, Caviezel, Energy consumption of ICT infrastructure1 Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse (ITAS),
Karlsruher Institut für Technologie (KIT), 2022, <https://publikationen.bibliothek.kit.edu/1000152733>

Jens Gröger, [Digitaler CO2-Fußabdruck](#), Öko-Institut e.V. 2020

Abbildungsnachweise

Folie 1: generiert mit Adobe-FireFly

Folie 2:

https://de.m.wikipedia.org/wiki/Datei:Nature-reserve-bennerstedt-germany_wdpa-162371_005_2018-05-05_10-45-26.jpg

CC BY-SA 4.0 Martin Schmidt

[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Abgeholzte_B%C3%A4ume_in_Hof_\(Saale\)_20240221_152317.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Abgeholzte_B%C3%A4ume_in_Hof_(Saale)_20240221_152317.jpg)

Creative Commons Attribution 4.0 International, pantheraLeo1359531

Folie 6 Die 17 Ziele für nachhaltige Entwicklung © 2022 Presse- und Informationsamt der Bundesregierung

<https://www.bundesregierung.de/breg-de/themen/nachhaltigkeitspolitik>

Folie 11: <https://de.wikipedia.org/wiki/Donut-%C3%96konomie>

Folie 13 <https://www.iea.org/data-and-statistics/charts/global-energy-sector-co2-emissions-in-the-pre-paris-baseline-and-stated-policies-scenarios-2015-2030>,

Folie 15: <https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/figures/figure-spm-5>

Folien 16,17: <https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/figures/figure-spm-2>

Folie18: Eigenes Diagramm, daten aus Statista nach Wyman, 2024

Folie 19: eigenes Diagramm nach Daten aus Guardian vom 9.5.2024

Folie21: <https://theshiftproject.org/en/article/virtual-worlds-and-networks-new-reports-release/>

Folie23: eigenes Diagramm nach nach [GC22] S.2

Folie24: Eigenes Diagramm, Daten s. letzte Folie

Folie 25: Eigene Illustration, Daten anbei, s letzte Folie

Daten

Zur Abbildung auf Folie 22

Aktion	g CO2e	Intervall (falls angegeben)	Quellen
Eine Visa Transaktion	0,45		https://digiconomist.net/bitcoin-energy-consumption
Eine Google-Anfrage	5	0.1 - 10	https://digiconomist.net/bitcoin-energy-consumption
Eine Stunde Video-Streaming	135	100-175	https://www.oeko.de/blog/der-co2-fussabdruck-unseres-digitalen-lebensstils/
Eine Bitcoin Transaktion	479.760	369490- 479760	https://www.borderstep.de/wp-content/uploads/2020/06/Videostreaming-2020.pdf
Vergleich 100km im Auto	17.000	14 bis 20 kg CO2 pro 100km	https://www.worms.de/neu-de/zukunft-gestalten/klima-und-umwelt/Klimaschutz/CO2-Berechnung-fuer-KFZ.php
Vergleich Flug M-HH	78.200	66kg bis 198 kg pro 1000km	https://www.icao.int/environmental-protection/CarbonOffset/Pages/default.aspx

Zur Abbildung auf Folie 23

Herstellung	kg CO2eq pro Jahr	Quellen
Sprachassistent	33	https://www.oeko.de/blog/der-co2-fussabdruck-unseres-digitalen-lebensstils/
Smartphone	50	
Laptop	63	
Fernseher	200	
Desktop+Monitor	435	
max Verbrauch (klimaverträglich)	600	https://www.umweltbundesamt.de/daten/klima/treibhausgas-emissionen-in-der-europaeischen-union#hauptverursacher
60qm-Wohnung pro Jahr	1450	https://www.nachhaltiges-zuhause.de/co2-aussto%C3%9F-geb%C3%A4ude Veröffentlicht von Statista Research Department, 07.02.2024
Verbrauch weltweit	4700	https://de.statista.com/statistik/daten/studie/1273207/umfrage/pro-kopf-co2-
Verbrauch in D (2022)	9200	https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/data-viewers/greenhouse-gases-viewer