

Prof. Dr. Heinke Schlünzen

Meteorologisches Institut, Universität Hamburg

Vorsitzende Ausschuss „Umweltmeteorologie“ (FBII der KRdL in VDI und DIN)

Niedersachsen im Klimawandel

Vortrag im Rahmen VDI.technik.talk.online des VDI Landesverband Niedersachsen, Bezirksverein Hannover

Was erwartet Sie?

- Klimaänderungen global und in Niedersachsen – Was ist schon passiert, worauf müssen wir uns für die Zukunft einstellen?
- Wieso sind Städte klimatisch anders als ihr Umland?
- Klimabeständiges Niedersachsen – Wie erreichen wird das?
- Müssen Normen für eine klimabeständige Entwicklung angepasst werden?

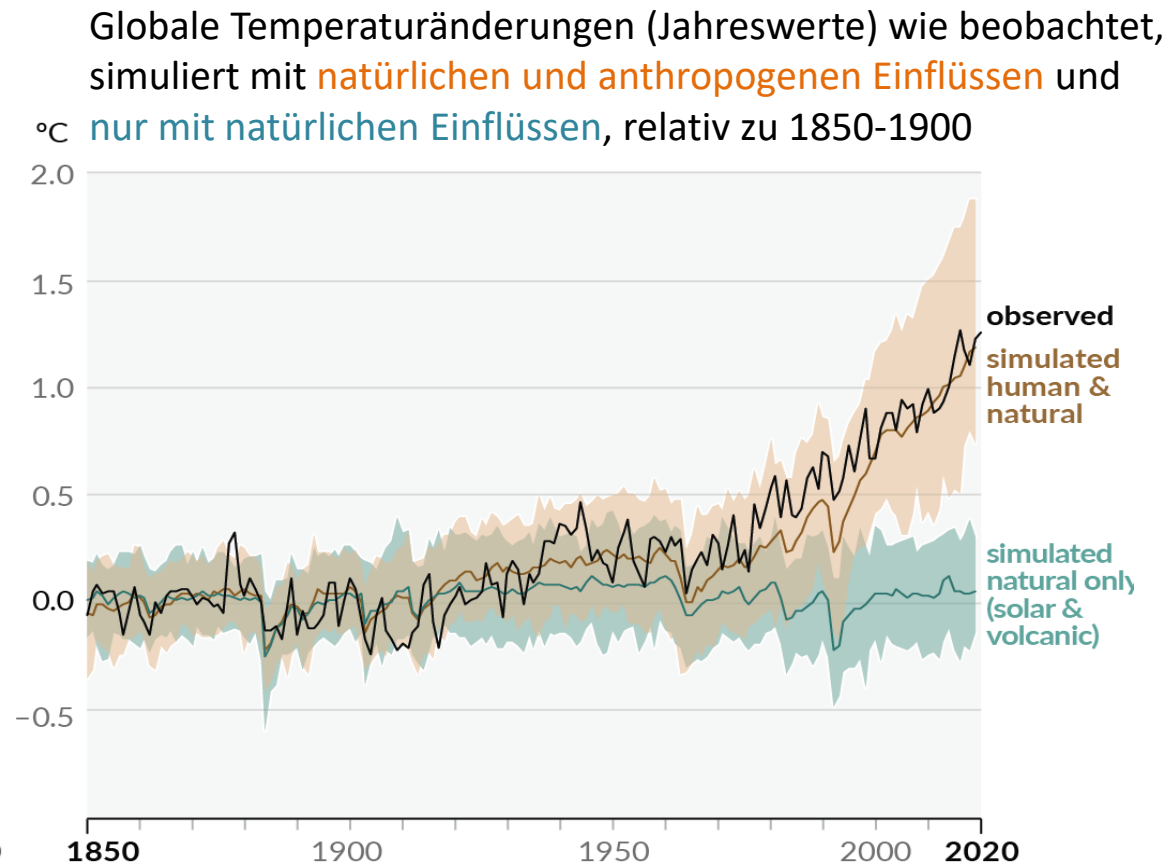
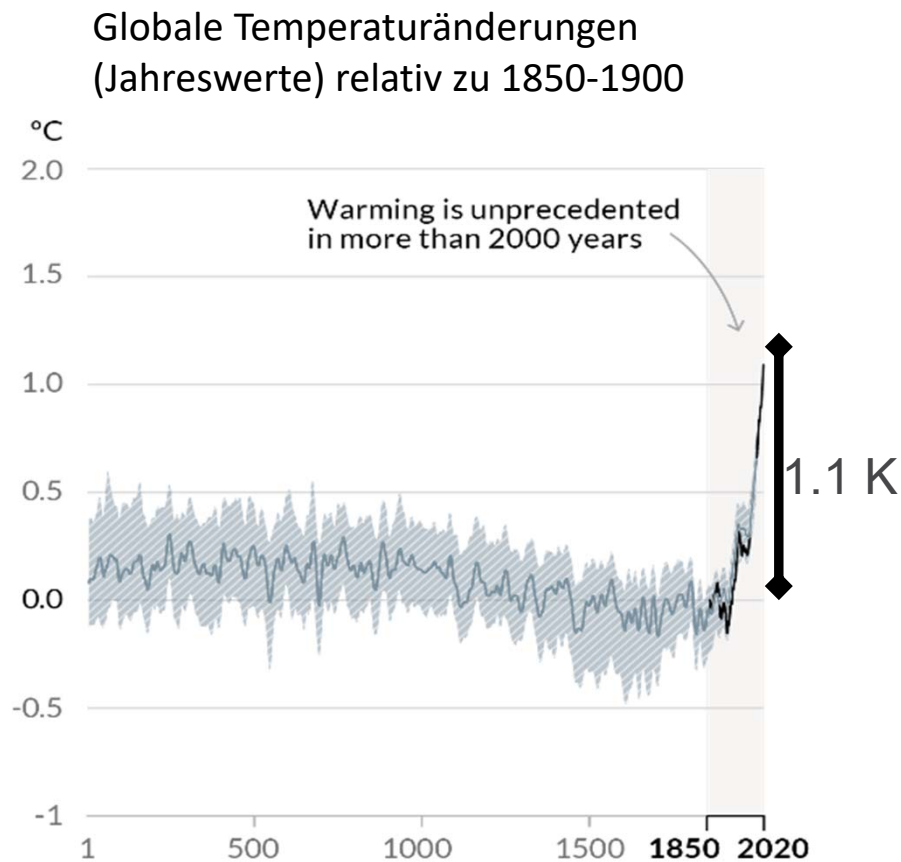


Foto: H. Schlünzen (2021)

Blick vom Heidehimmel Richtung Hanstedt.

Globale Klimaänderungen - Was ist schon passiert?

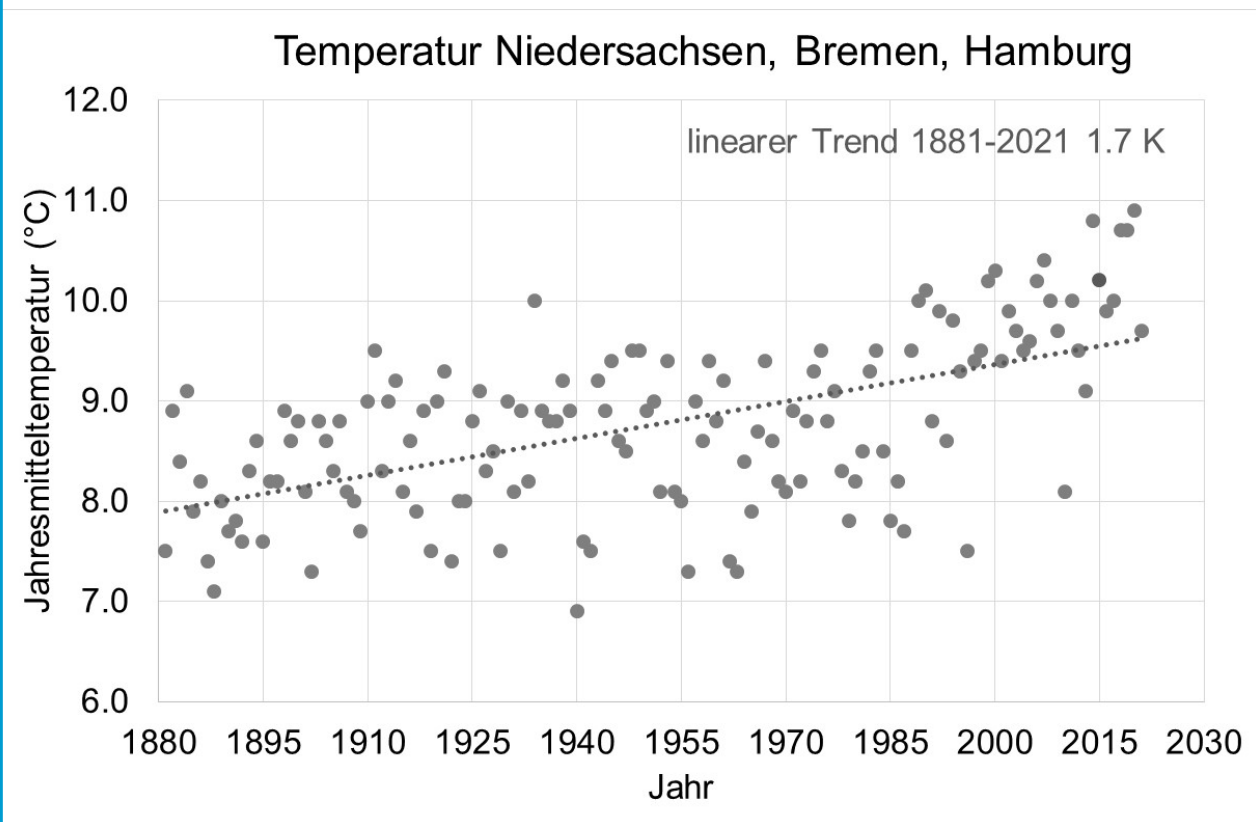
Beispiel Temperatur 1850-2020



Quelle für Abbildungen (neu kombiniert und kommentiert): IPCC (2021c): *The Physical Science Basis report - Summary for Policymakers*.

Klimaänderungen in Niedersachsen - Was ist schon passiert? Beispiel Temperatur

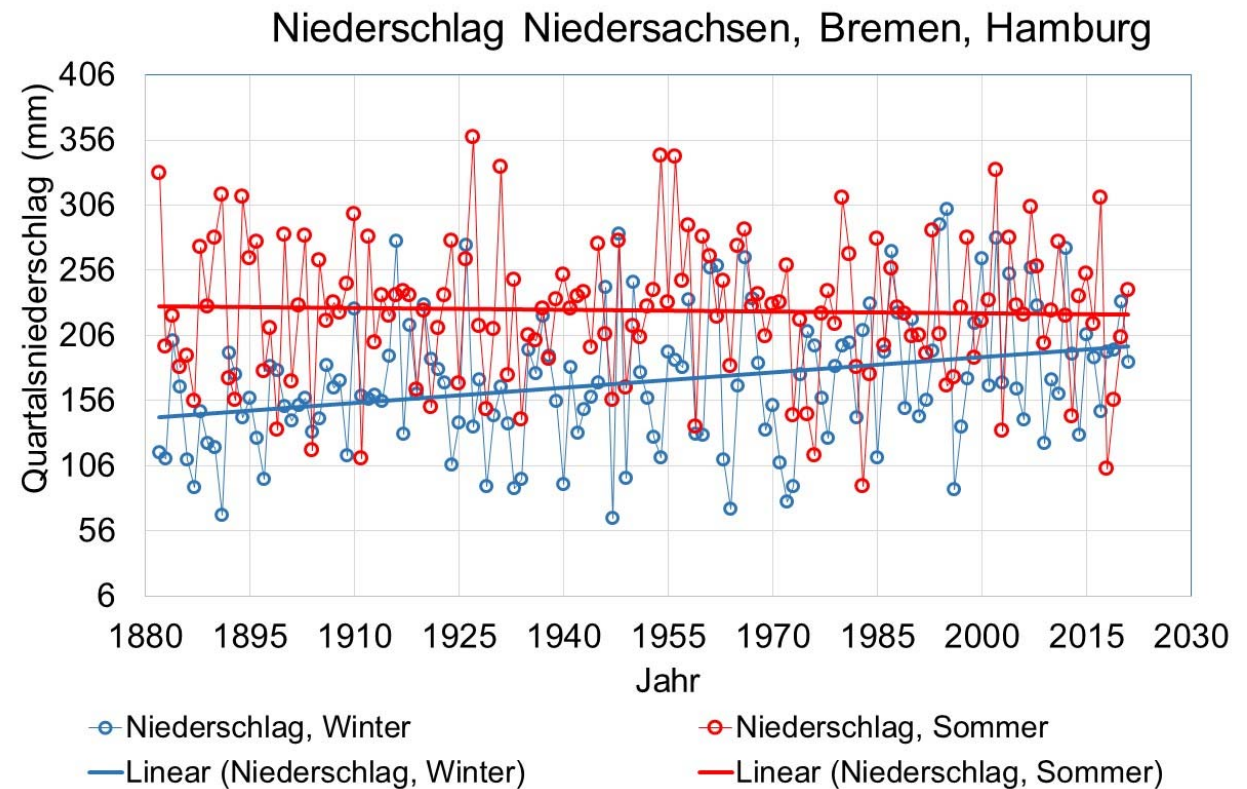
- Der globale Temperaturanstieg von 1.1 K seit 1850 wird in Niedersachsen (mit Bremen und Hamburg) mit 1.7 K seit 1881 deutlich übertroffen.



Eigene Abbildung. Daten vom DAS Basisdienst (2022)

Beispiel Niederschlag

- Globale Niederschlagsveränderung ist räumlich und zeitlich heterogen.
- Linearer Zunahme ~ 83 mm für 1882-2021 im Mittel für Niedersachsen (mit Bremen und Hamburg), jahreszeitliche Unterschiede:
 - Frühling: Zunahme ~ 13 mm
 - Sommer: **Abnahme** ~ 6 mm
 - Herbst: Zunahme ~ 22 mm
 - Winter: Zunahme ~ 56 mm

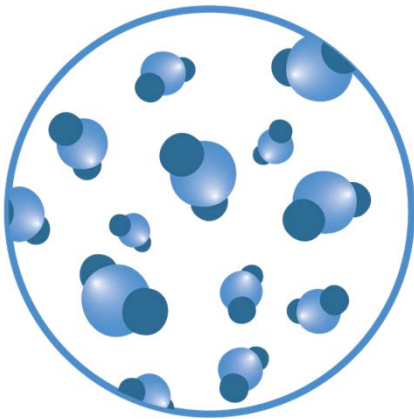


Eigene Abbildung. Daten vom DAS Basisdienst (2022)

Globale Klimaänderungen - Was ist schon passiert?

Beispiel Temperatur 1850-2020

CO₂
concentration



Highest

in at least

2 million years

Sea level
rise



Meeresspiegelanstieg
global ~ 18 cm für
1922-2021

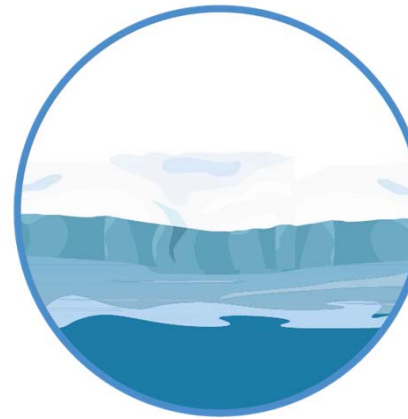
Quelle: Hereon (2022)

Fastest rates

in at least

3000 years

Arctic sea ice
area



Lowest level

in at least

1000 years

Glaciers
retreat



Unprecedented

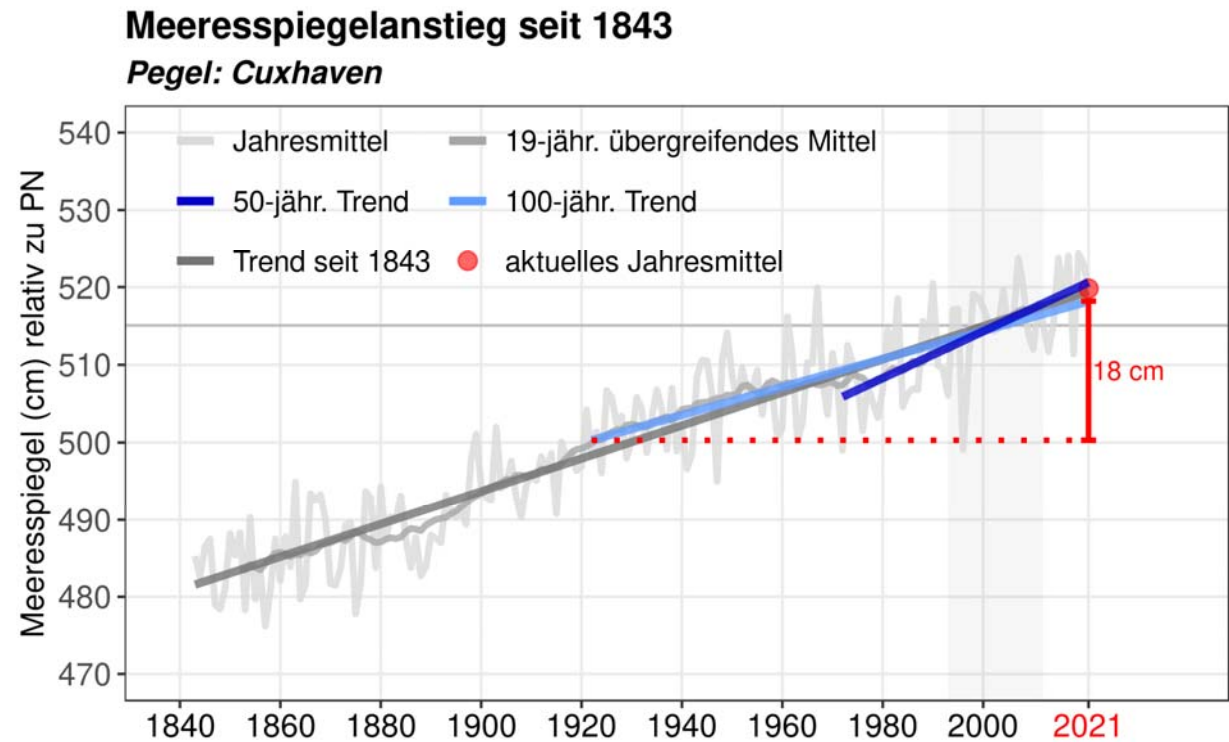
in at least

2000 years

Quelle für Abbildung (kommentiert): IPCC (2021b): The Physical Science Basis report - Press conference slides

Beispiel Meeresspiegelanstieg

- Der Meeresspiegelanstieg ist für 1910-2018 am Pegel Cuxhaven ähnlich dem globalen (18 cm).
- Seit 1972 ist der Meeresspiegel am Pegel um etwa 15 cm angestiegen (3 cm/Dekade).



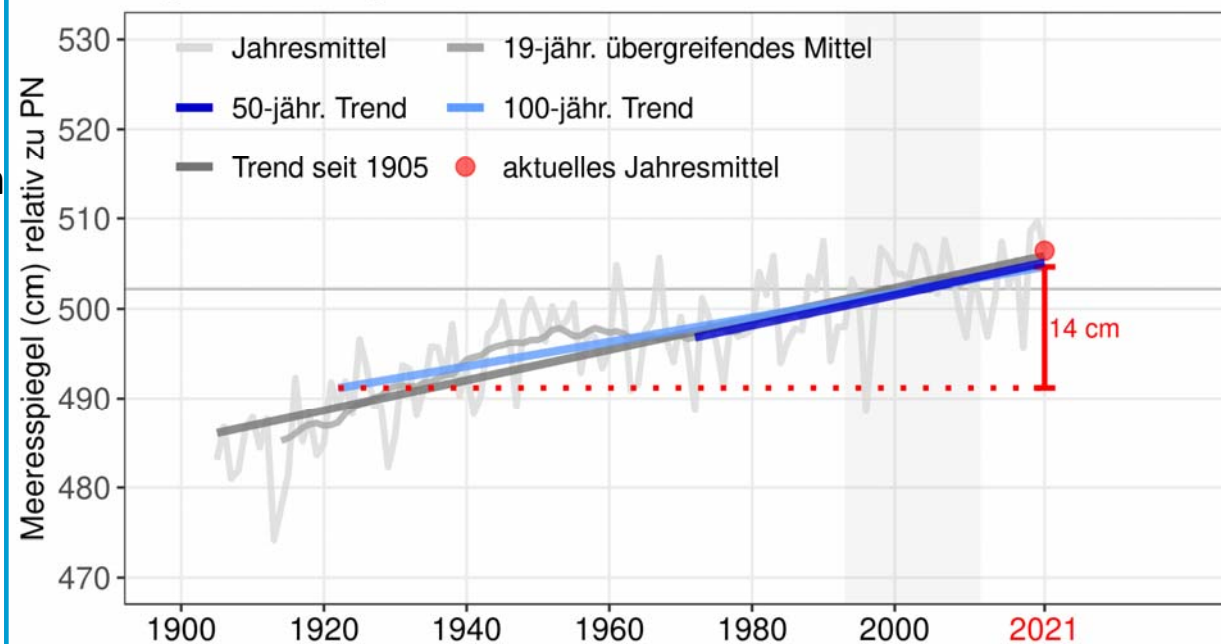
Quelle für Abbildung: Heron (2021): <https://meeresspiegel-monitor.de/cuxhaven/sla/index.php.de>

Beispiel Meeresspiegelanstieg

- Der Meeresspiegelanstieg am Pegel Norderney ist geringer (14 cm für 1922-2021) als global (~18 cm für 1910-2018).
- Seit 1972 ist der Meeresspiegel am Pegel um etwa 8 cm angestiegen (1.6 cm / Dekade).
- Der Meeresspiegelanstieg hat sich in den letzten Jahrzehnten verstärkt.

Meeresspiegelanstieg seit 1905

Pegel: Norderney

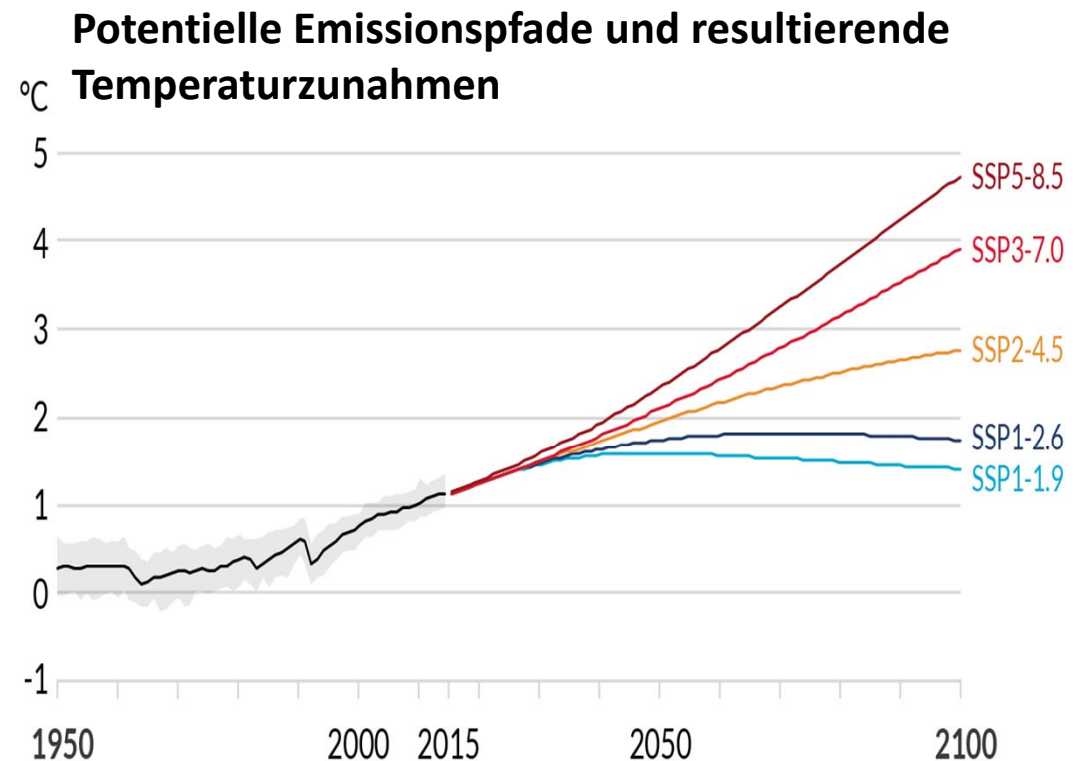


Quelle für Abbildung: Heron (2021):

<https://meeresspiegel-monitor.de/cuxhaven/sla/index.php.de>

Globale Klimaänderungen - worauf müssen wir uns für die Zukunft einstellen?

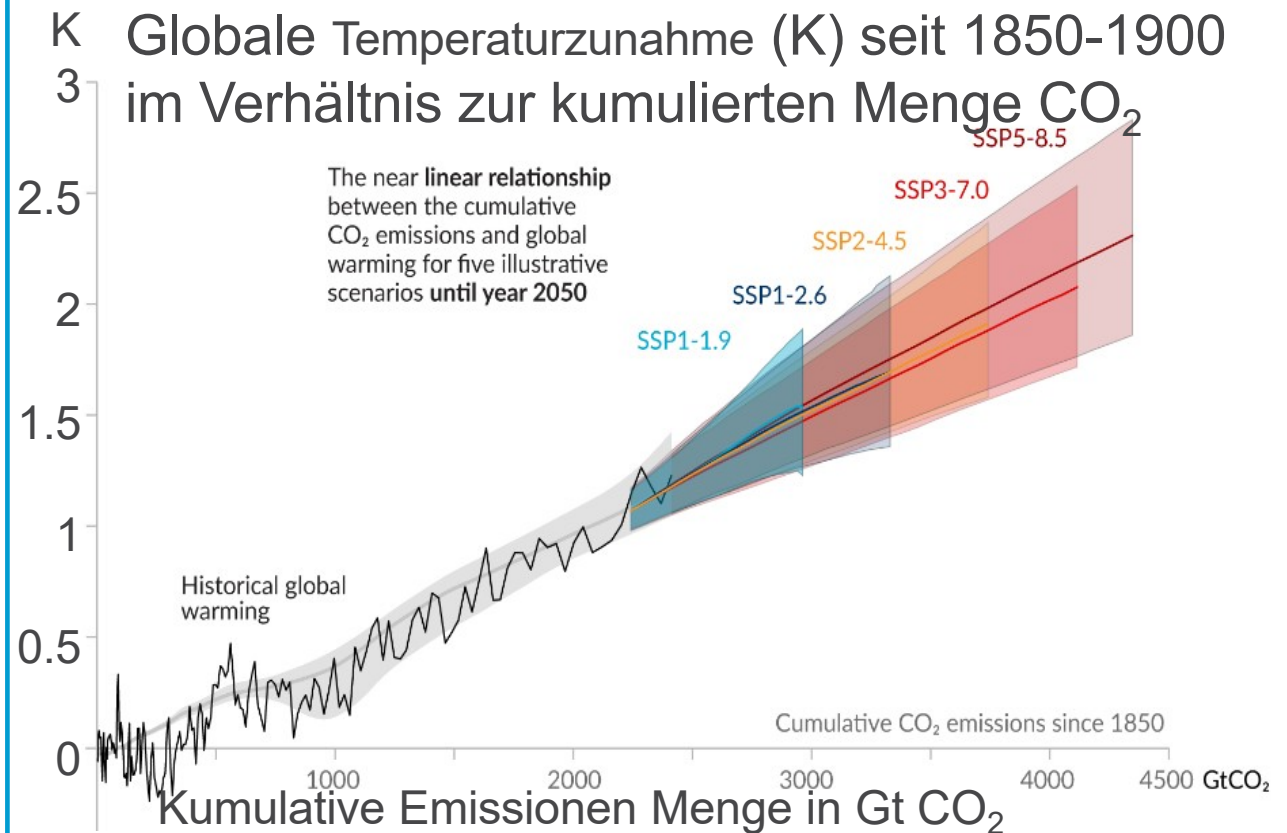
- Weitere Treibhausgas-Emissionen (CO₂ä) führen zu weiterer Erwärmung.
- Diese betragen je nach Emissionspfad:
 - ~ 1.5 °C (**Sehr geringe** CO₂ Emissionen),
 - ~1.8°C (**Geringe** CO₂ Emissionen),
 - >2.7°C (**Mittlere** CO₂ Emissionen),
 - >3.9°C (**Hohe** CO₂ Emissionen),
 - >4.7°C (**Sehr hohe** CO₂ Emissionen)



Quelle für Abbildung: PCC 2021b: The Physical Science Basis report - Press conference slides - <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads>

Global gemittelte 2 m Temperatur und kumulative CO₂ Emissionen

- Jede zusätzliche Tonne CO₂ Emissionen trägt zur globalen Erwärmung bei.
- Durchschnittliche Jahresemissionen in Deutschland: ~11.2 Tonnen CO₂ä pro Person (UBA, 2021a).

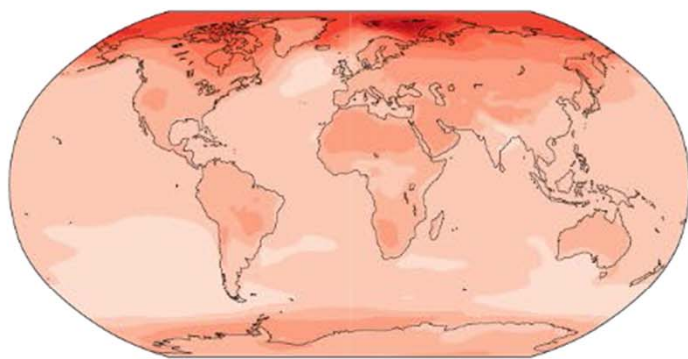


Angepasste Abbildung; Quelle: IPCC 2021b: The Physical Science Basis report - Press conference slides - report <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads>

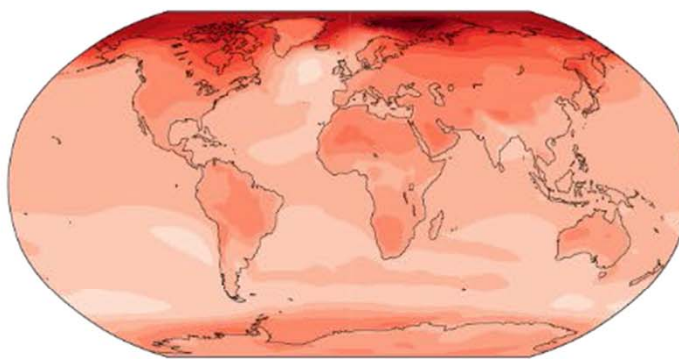
With every additional amount of global warming, changes get larger.

Simulated changes...

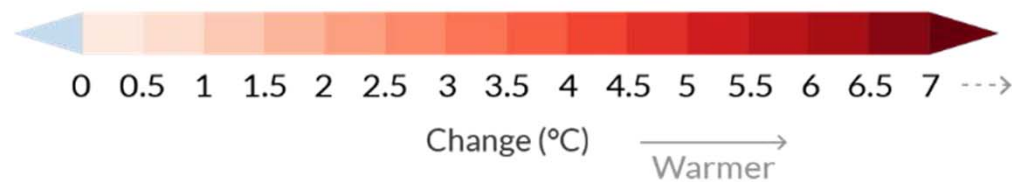
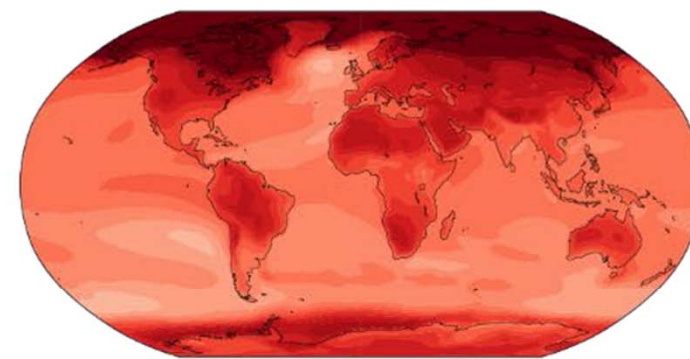
...at 1.5°C



...at 2°C

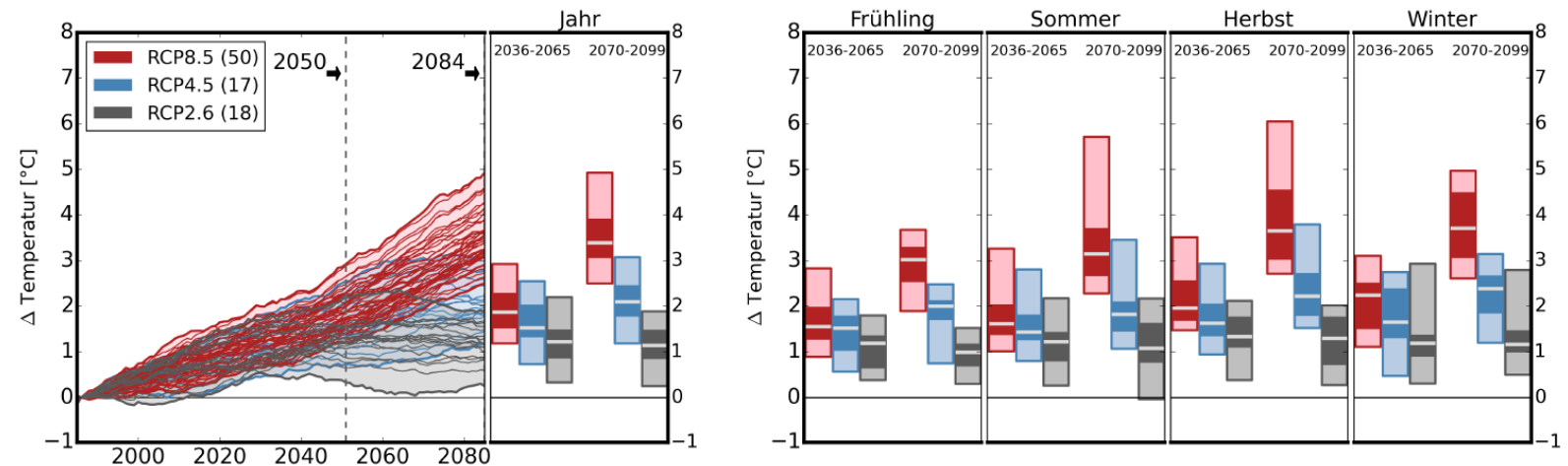


...at 4°C

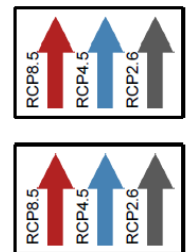


Klimaänderungen in Niedersachsen - Worauf müssen wir uns für die Zukunft einstellen?

Projizierte Änderung Temperatur



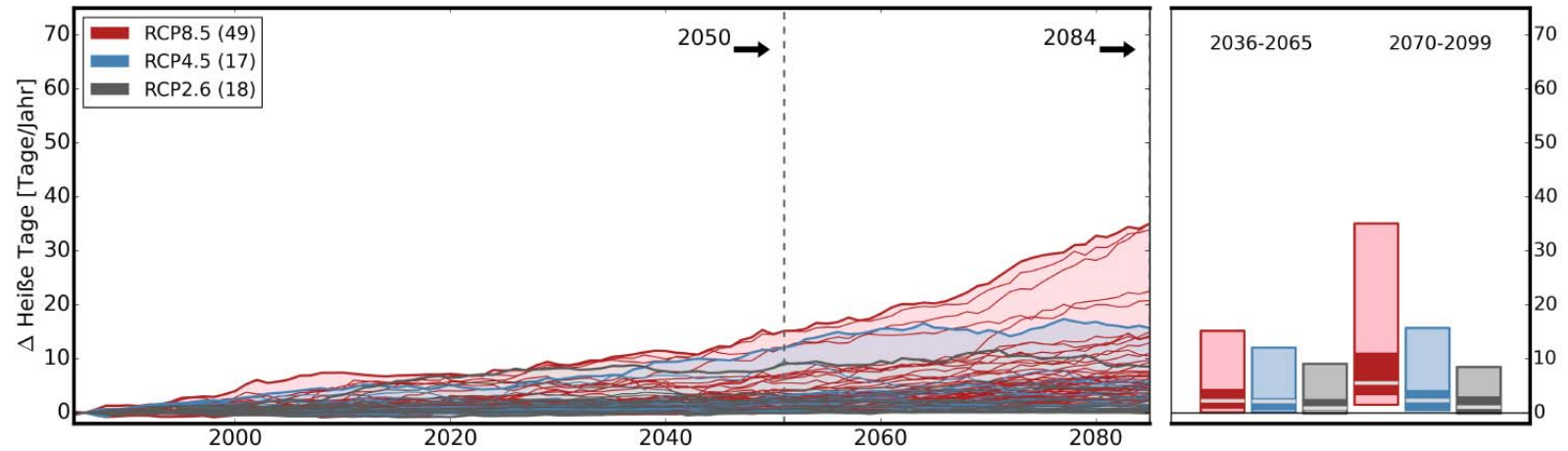
- 1971-2000: mittlere Temperatur Niedersachsen 9 °C.
- Kurzfristig (2021-2050) Erwärmung im Klimamittel um weitere 0.9-1.4 K gegenüber 1971-2000.
- Langfristig (2071-2100) Erwärmung im Klimamittel um weitere 1 K (Klimaschutz-Szenario) bis 3.5 K (Weiter-wie-bisher-Szenario).
- Die Anstiege sind am stärksten im Herbst und Winter.
- Extrema liegen deutlich höher als die hier gezeigten Mittelwerte.



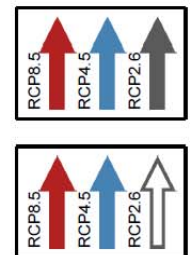
Tendenzen aus DWD (2018)

Abbildung aus Pfeifer et al. (2020)

Projizierte Änderung Anzahl Heiße Tage ($T_{\max} > 30\text{ °C}$)

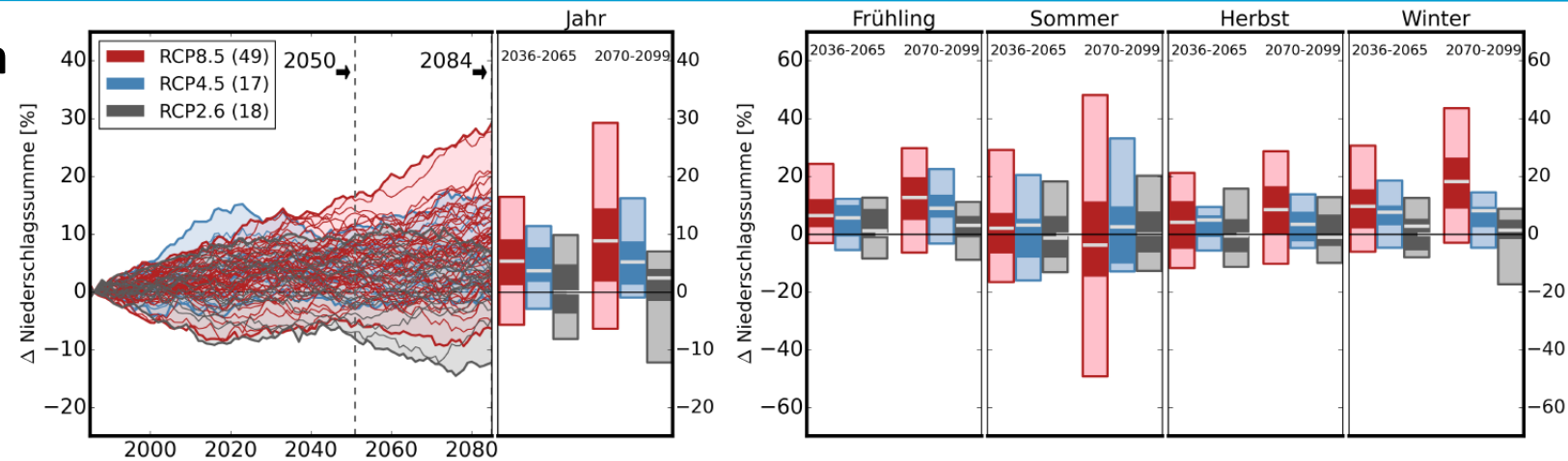


- 1971-2000: 3.9 Tage/Jahr
- 2035-2065: zusätzliche 0-15 Tage/Jahr.
- 2071-2100: zusätzliche 1-35 Tage/Jahr (mehr als 1 Monat!).



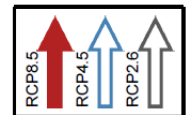
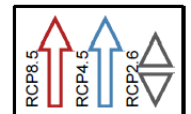
Tendenzen und Abbildung aus: Pfeifer et al. (2020).

Projizierte Änderungen Jahresniederschlag



- 1971-2000: 745 mm.
- Kurzfristig (2021-2059): Zunahme 4% (~30 mm).
- Langfristig (2071-2100): Zunahme 1% (~7 mm; Klimaschutz-Szenario) bis 8% (~60 mm; Weiter-wie-bisher-Szenario).

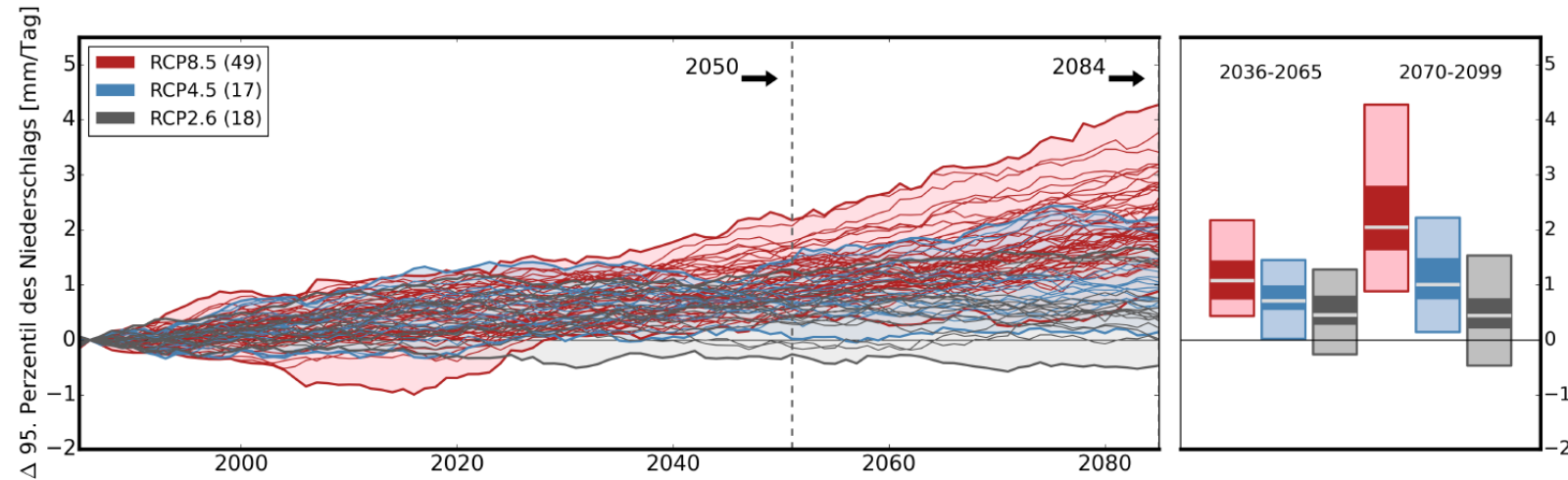
- Prozentuale und absolute Abnahme am stärksten im Sommer, Zunahme am stärksten im Winter
Zukünftige Niederschläge in der Projektion unsicher, aber:
 - Vergangenheit zeigt Zunahme
 - Mehr Regen im Winter, weniger im Sommer bereits in Messungen bereits beobachtet.
- Winterregenklima?



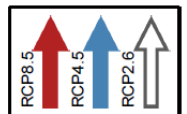
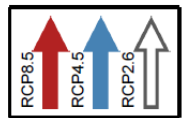
Tendenzen aus DWD (2018)

Abbildung aus Pfeifer et al. (2020)

Projizierte Änderungen 95. Perzentil des Niederschlags



- 1971-2000: 95. Perzentil des Niederschlags für Niedersachsen 9.7 mm/Tag.
- 2036-2065: 95. Perzentil des Niederschlags -0.3 bis +2.2 mm/Tag höher gegenüber 1971-2000 (Maximum 11.9 mm/Tag).
- 2070-2099: 95. Perzentil des Niederschlags -0.5 bis +4.3 mm/Tag höher gegenüber 1971-2000 (Maximum 14 mm/Tag).
- Die Extrema sind sicherer als die mittleren Änderungen.



Tendenzen und Abbildung aus Pfeifer et al. (2020)

Wieso sind Städte klimatisch anders als ihr Umland?



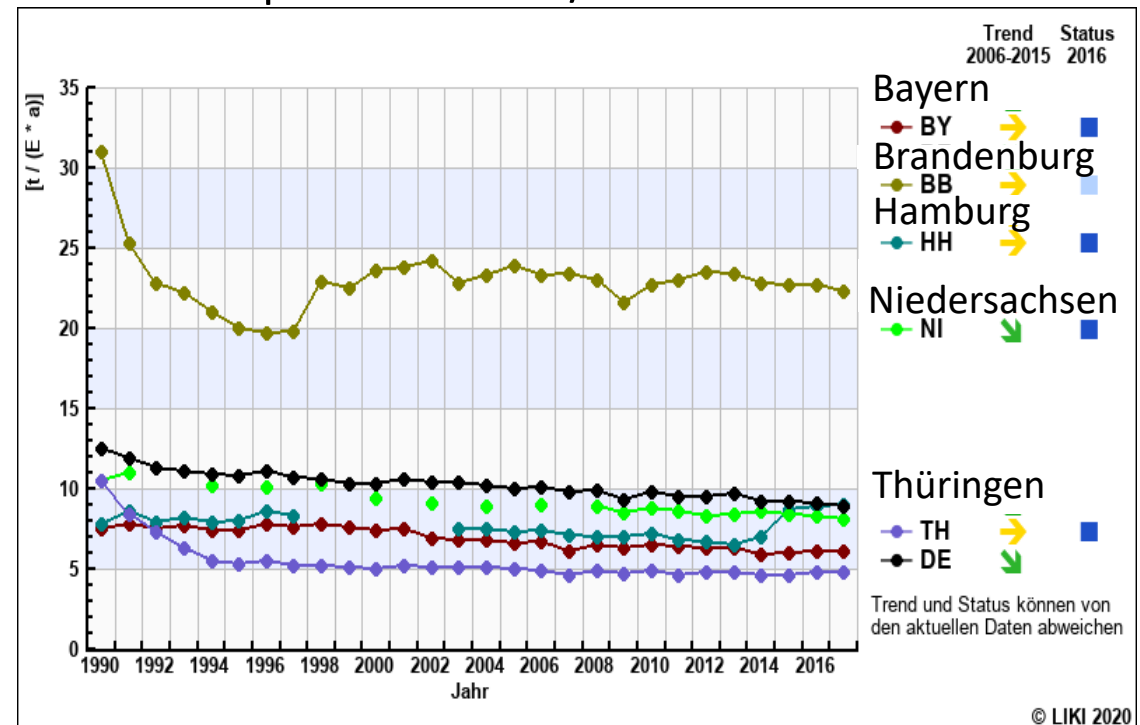
Hamburg - Straßenbaum

Foto: H. Schlünzen (2017)

Städte emittieren pro Kopf mehr als das Umland

- Städte sind
 - mitverantwortlich für den Klimawandel,
 - erzeugen hohe Schadstoffkonzentrationen primär emittierter Stoffe (Partikel, NO₂) ...,
 - emittieren direkt Wärme in die Atmosphäre.
- Tendenz zur Emissionsabnahme nicht in allen Sektoren abnehmend.

Kraftstoffbedingte CO₂ Emissionen aus Sektor Verkehr pro Einwohner/in

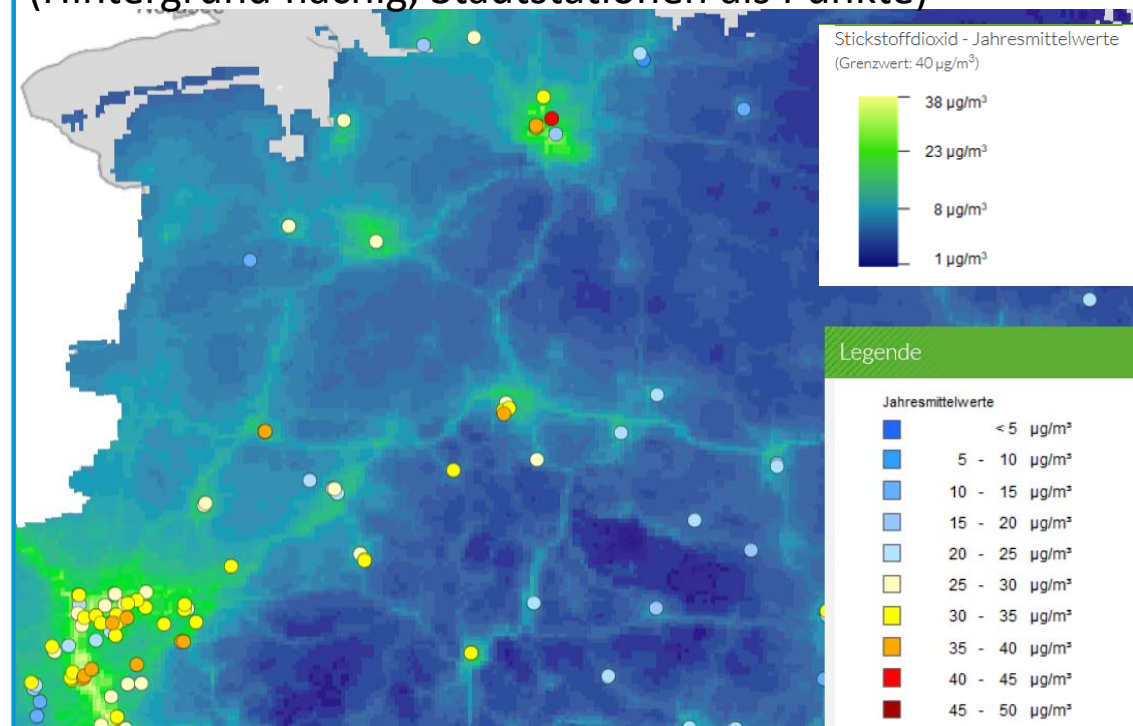


Quelle: <https://www.lanuv.nrw.de/liki/index.php?mode=indi&indikator=607#grafik>;
 Download 01.02.2021

Einflüsse von Städten auf Luftbelastungen

- Hohe Emissionen
 - EU Jahresmittelwert NO₂ (40 mg m⁻³) und Kurzzeitwerte PM2.5 (25 mg m⁻³) überschritten an Verkehrsstationen. 2020 wurde erstmals an allen Stationen in Niedersachsen der NO₂ Jahresgrenzwert eingehalten; *Staatliches Gewerbeaufsichtsamt Hildesheim, 2021*).
 - WHO Empfehlung (2021) mit Jahresmittelwert 10 mg m⁻³ wäre 2020 an 33 von 41 Stationen in Niedersachsen überschritten worden.
- Gesundheitsrelevante Grenzwertüberschreitungen
- Entwicklung: direkt in unserer Hand
 NO₂: Abnahme; Partikel: gleichbleibend;
 Ozon: Zunahme.

NO₂ Konzentration Jahresmittelwerte (Hintergrund flächig, Stadtstationen als Punkte)

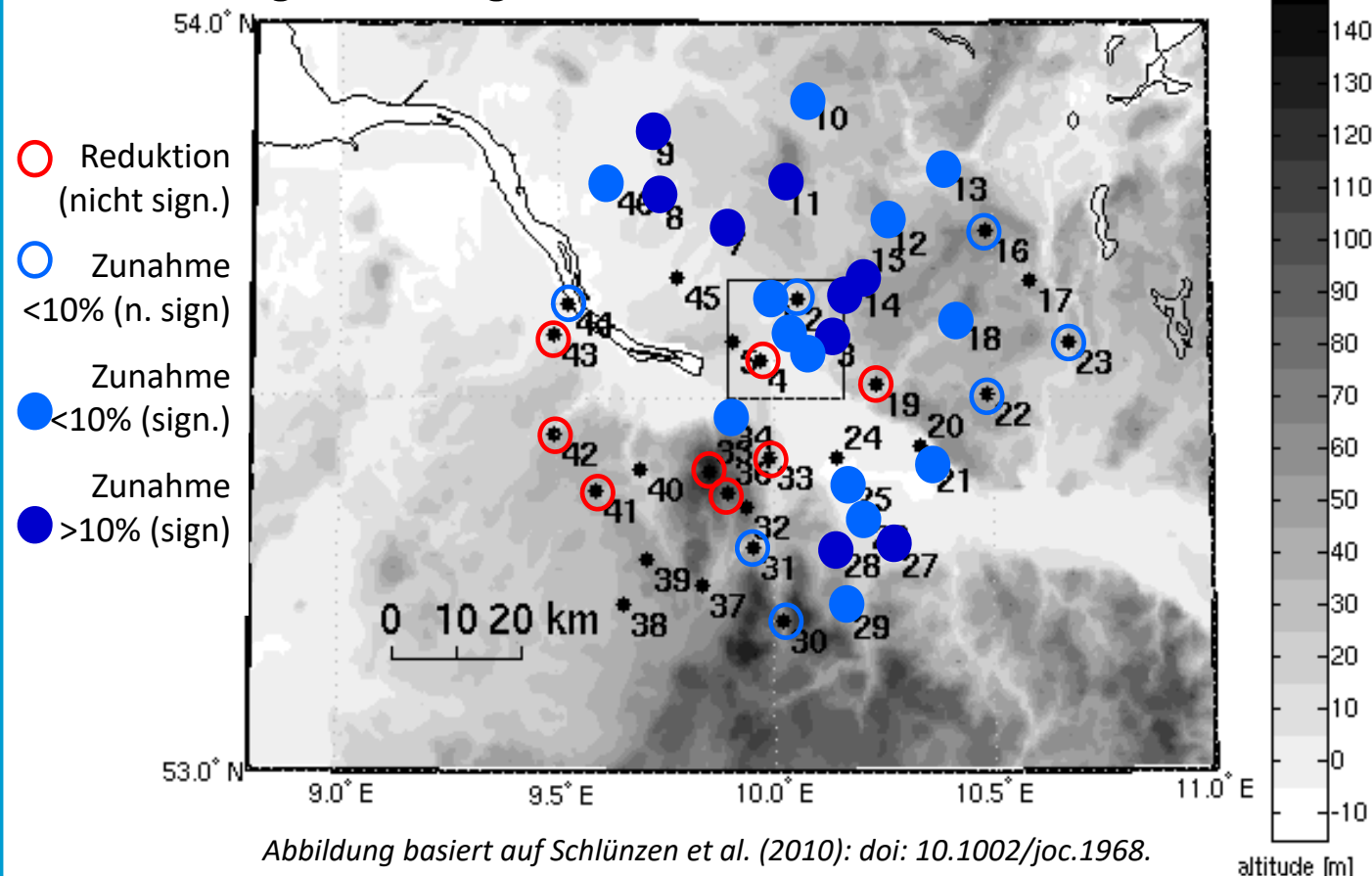


Quelle: UBA (2022) Luftschadstoffbelastung in Deutschland.

Einfluss von Städten auf Niederschläge

- Stoffemissionen (NO_x , SO_2 , Partikel, ...) beeinflussen Wolkenbildung.
- Wärmeabgabe der Städte und Stadtrauigkeit erhöhen Wolkenhöhe.
- **Niederschlagseffekt**
 - Verstärkte Wolkenbildung in Lee.
 - Im Winter / nachts vermutlich deutlicher ausgeprägt als im Sommer oder tagsüber.
 - Durch Versiegelung erhöhte Überflutungsgefahr!
- Tendenz in unserer Hand, wir bauen die Stadt.

Niederschlagsänderung für Station in Lee der Stadt



Einflüsse von Städten auf Temperaturen

■ Städte

- Verändern die natürlichen Oberflächeneigenschaften (Versiegelung, Verdichtung der Böden)
- Vermindern Verdunstung und Windgeschwindigkeit
- Erhöhen die Böigkeit
- Emittieren anthropogene Wärme

➔ Wärmeinseleffekt

- Erhöhte Temperaturen in der Stadt gegenüber dem Umland: 0.5-3 K im Klimamittel und je nach Jahreszeit,
- Im Sommer höherer als im Winter,
- Nachts relativ zum Umland höher als tagsüber.

➤ Tendenz in unserer Hand, wir planen die Stadt.

Abweichung Minimaltemperaturen im Klimamittel; Hamburg

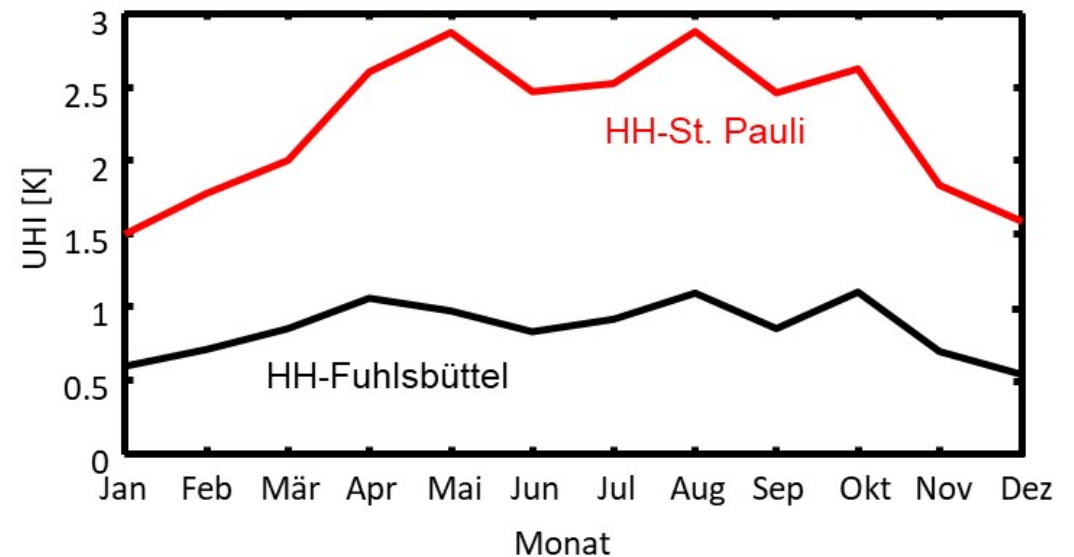


Abbildung basiert auf Schlünzen et al. (2010): doi: 10.1002/joc.1968.

Klimabeständiges Niedersachsen – Wie erreichen wird das?

- Globales Klima schützen.
- Zusätzliche lokale Klimaänderungen vermeiden.
- Auf unvermeidbare Klimaänderungen vorbereiten.

Melbourne – Doppelnutzung Grünfläche Überflutungsbecken und sonst Spiel- und Sportplatz im Wohngebiet

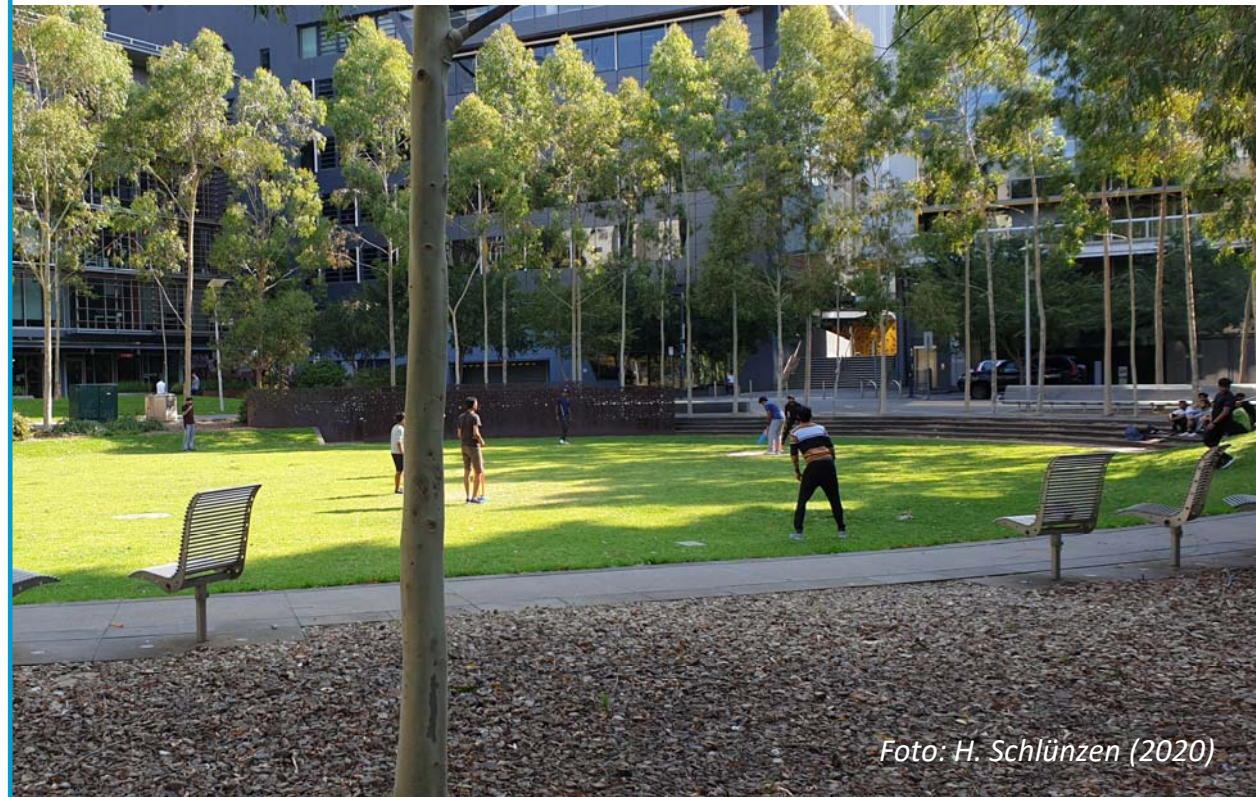


Foto: H. Schlünzen (2020)

Klimabeständiges Niedersachsen – Globales Klima schützen

- Niedersächsische Klimaschutzstrategie: Mehr als Halbierung der THG Emissionen von 2017 bis 2030.

Entwicklung und Projektion der Gesamt-THG-Emissionen für Niedersachsen (nach Nds. Klimagesetz bzw. angepasst Bundesziele)

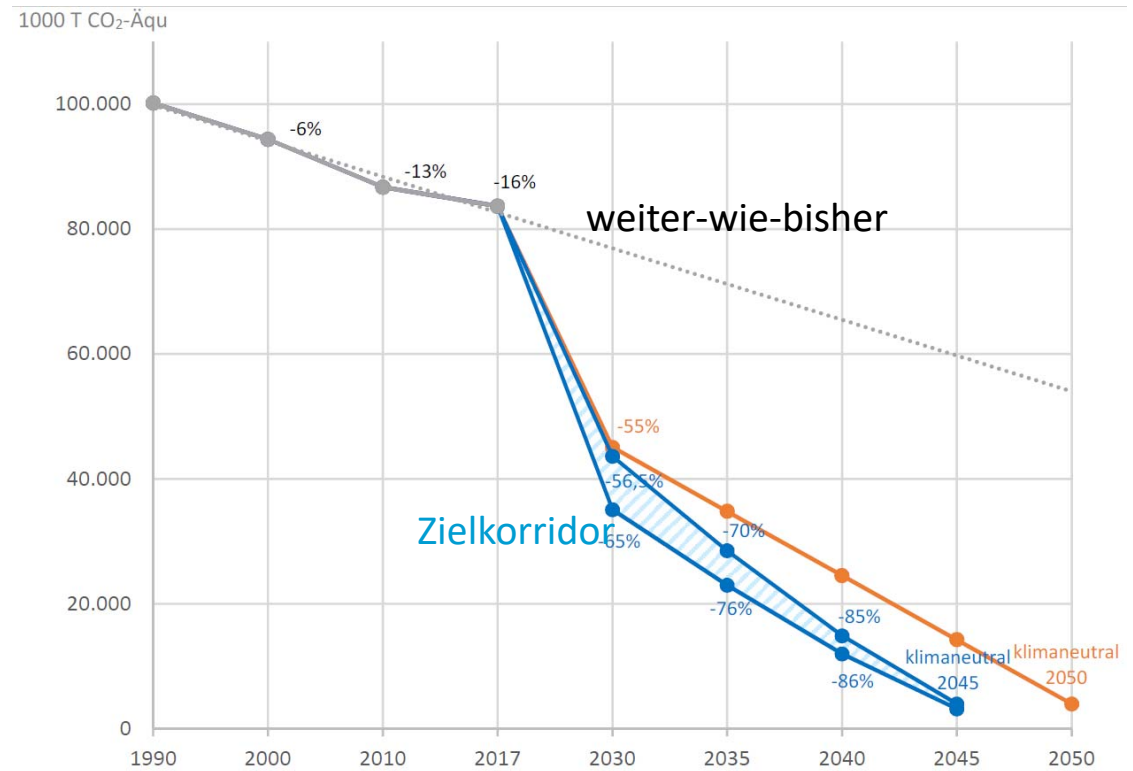
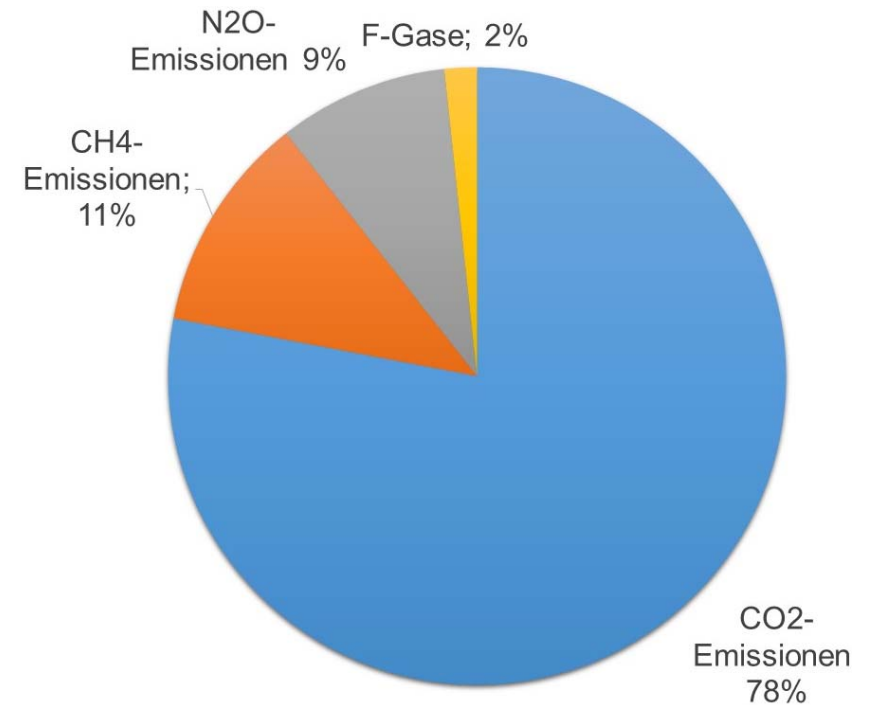


Abbildung aus Niedersächsische Klimaschutzstrategie (2021).

Welche THGs werden emittiert?

- Niedersachsenweit - Reduktion aller THG erforderlich, vor allem Reduktion der CO₂ Emissionen.

Anteile (als CO₂ä) verschiedener Treibhausgase an den Gesamt-THG-Emissionen 2019 in Niedersachsen



Eigene Darstellung, Daten Statistische Ämter des Bundes und der Länder, 2022.

Sind die Anteile der THGs in allen Landkreisen gleich?

- Hauptsächlich CO₂ Emissionen gilt für die Mehrzahl der Landkreise → vordringlich CO₂ reduzieren.
- Einige Landkreise weisen hohe Anteile an Methan und Lachgas Emissionen auf → auch diese müssen dort reduziert werden.
- Einwohnerbezogene THG Emissionen liegen bei 5-15 t CO₂ä pro EW, je nach Landkreis. → Für effektive Reduktion sind Angaben zu Emissionsquellen nötig.

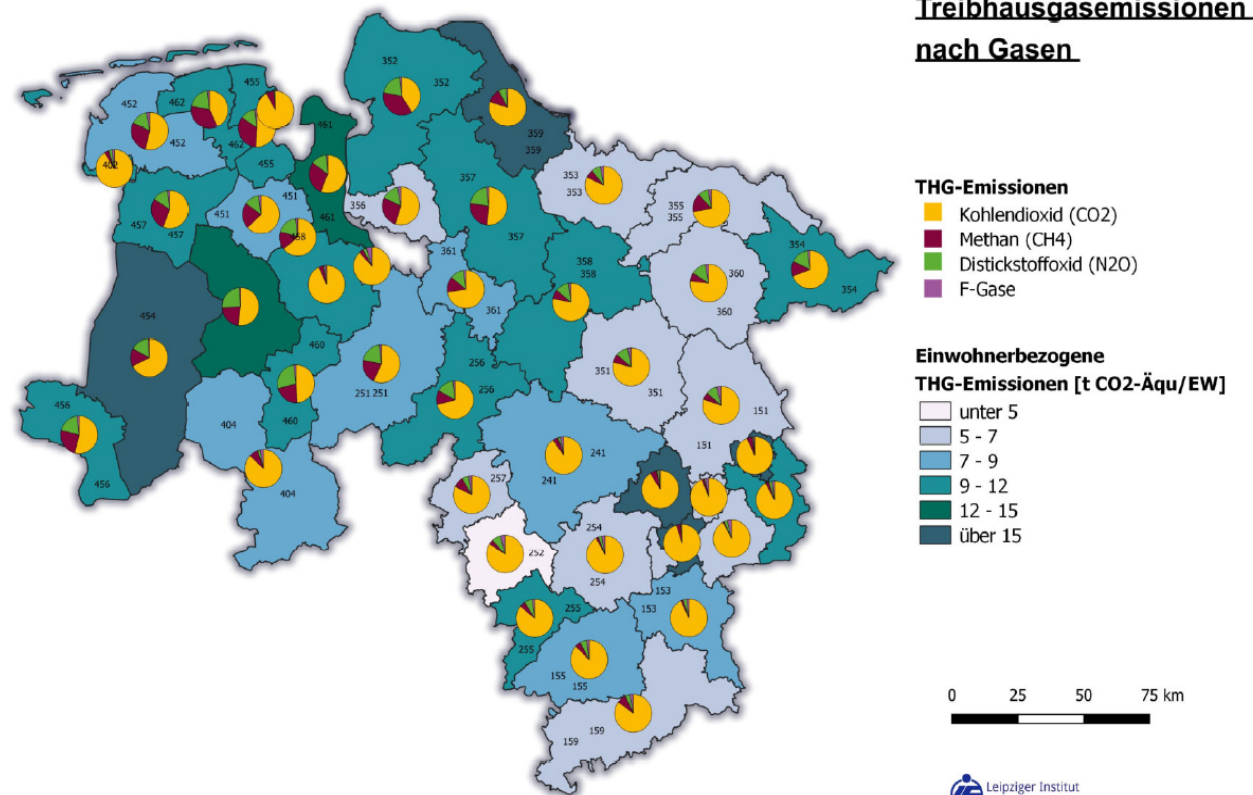


Abbildung aus Niedersächsische Klimaschutzstrategie (2021).

THG-Emissions-Reduktion soll in allen Sektoren erfolgen

- Energiewirtschaft
- Industrie
- Gebäude/Stadtentwicklung
- Verkehr
- Landwirtschaft
- Abfallwirtschaft/Sonstiges

Nicht aufgenommen: Landnutzung, Landnutzungsänderungen, Forstwirtschaft.

Anteile der Sektoren an den Gesamt-THG-Emissionen 2017 in Niedersachsen mit Anteil **verbleibender THG-Emission** (eigene Rechnung, Basis 2017 und **Minderungspfad B**) im Innenkreis.

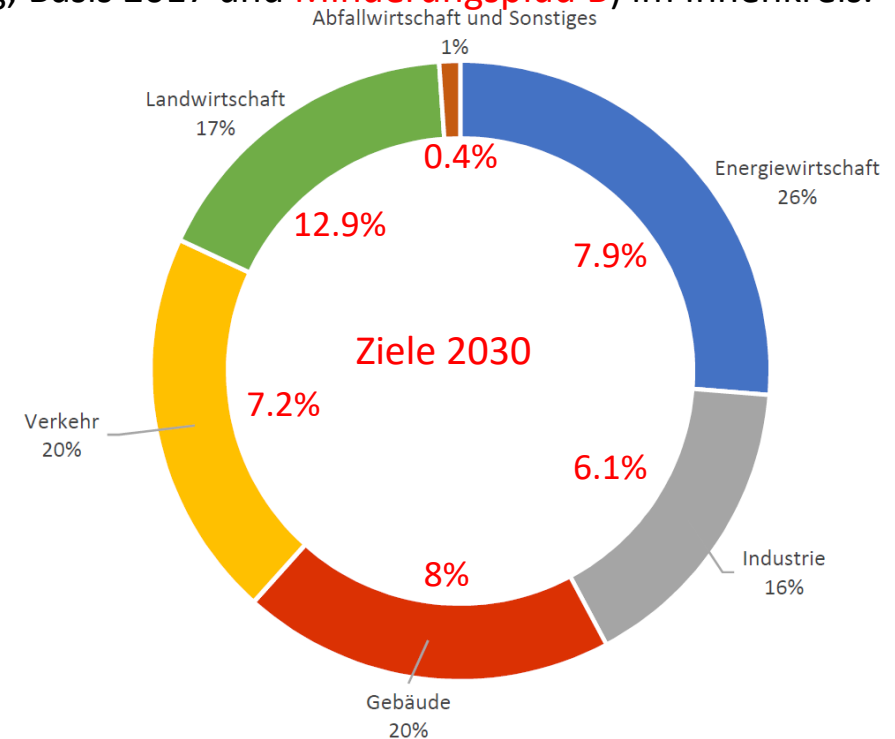


Abbildung (ergänzt) aus Niedersächsische Klimaschutzstrategie (2021).

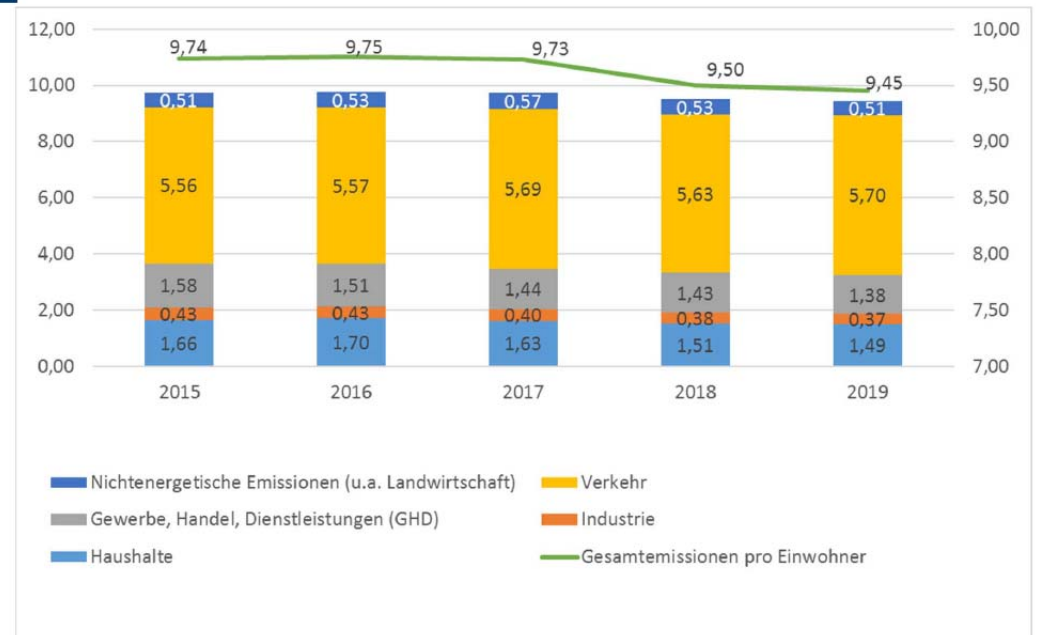
Details für einen Landkreis (Harburg)

- Mehr als 9 Tonnen pro Jahr pro Einwohner*in.
- 60% aus dem Sektor Verkehr, in Niedersachsen nur 20%.
- Was kann getan werden?

Quelle

<https://www.landkreis-harburg.de/portal/seiten/klimapolitik-901000996-20100.html>

GESAMTEMISSIONEN IN TONNEN PRO EINWOHNER



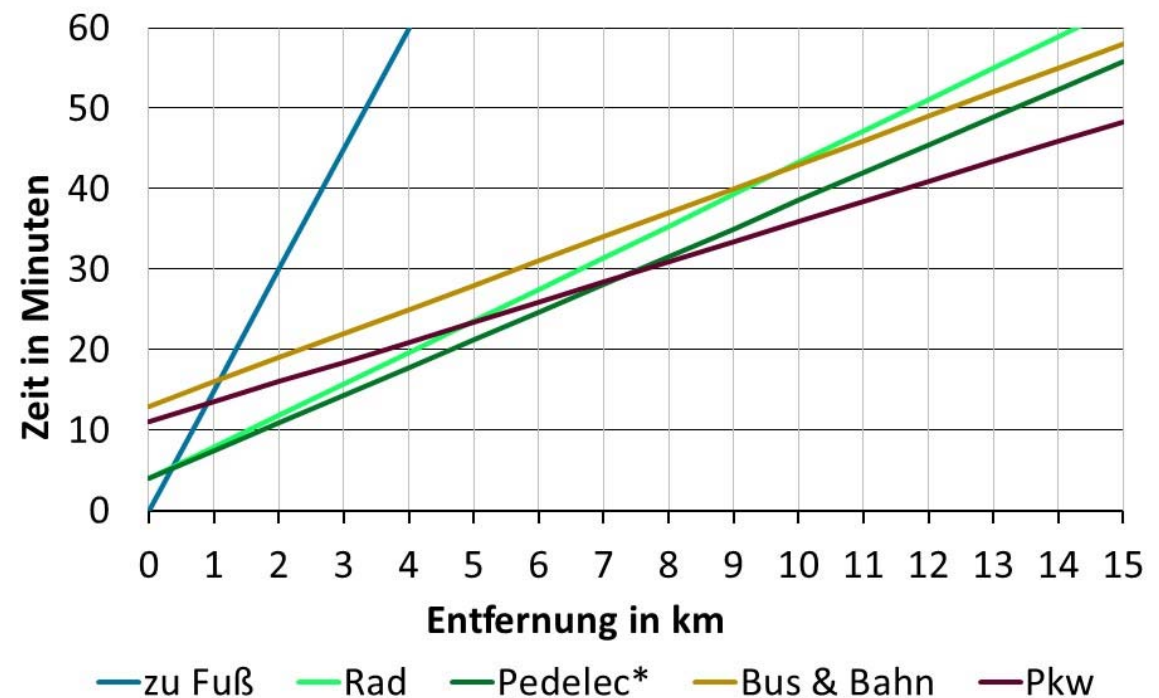
Weg und Zeit im Stadtverkehr

Am schnellsten (Zeitdiff. > 1 Minute)	für Entfernung bis
Zu Fuß	600 m
Fahrrad	2,5 km
Pedelec	9 km

- ÖPNV benötigt mehr Stationen
- Bei 15 km Entfernung: Auto/ÖPNV (Auto/Pedelec) Zeitunterschied <10 min (<7.5 min)
- **Wieviel Klimawandel ist uns 1 Minute wert?**

* Jedem Verkehrsmittel wurden Durchschnittsgeschwindigkeiten zugrunde gelegt: zu Fuß $\varnothing v = 4$ km/h, Fahrrad $\varnothing v = 15,3$ km/h, Pedelec $\varnothing v = 17,4$ km/h, Bus/Bahn $\varnothing v = 20$ km/h, Pkw $\varnothing v = 24,1$ km/h.

Wegevergleich: von Tür zu Tür im Stadtverkehr



Quelle: UBA (2021b) <https://www.umweltbundesamt.de/themen/verkehr-laerm/nachhaltige-mobilitaet/radverkehr#gtgt-schnell>

Globales Klima schützen

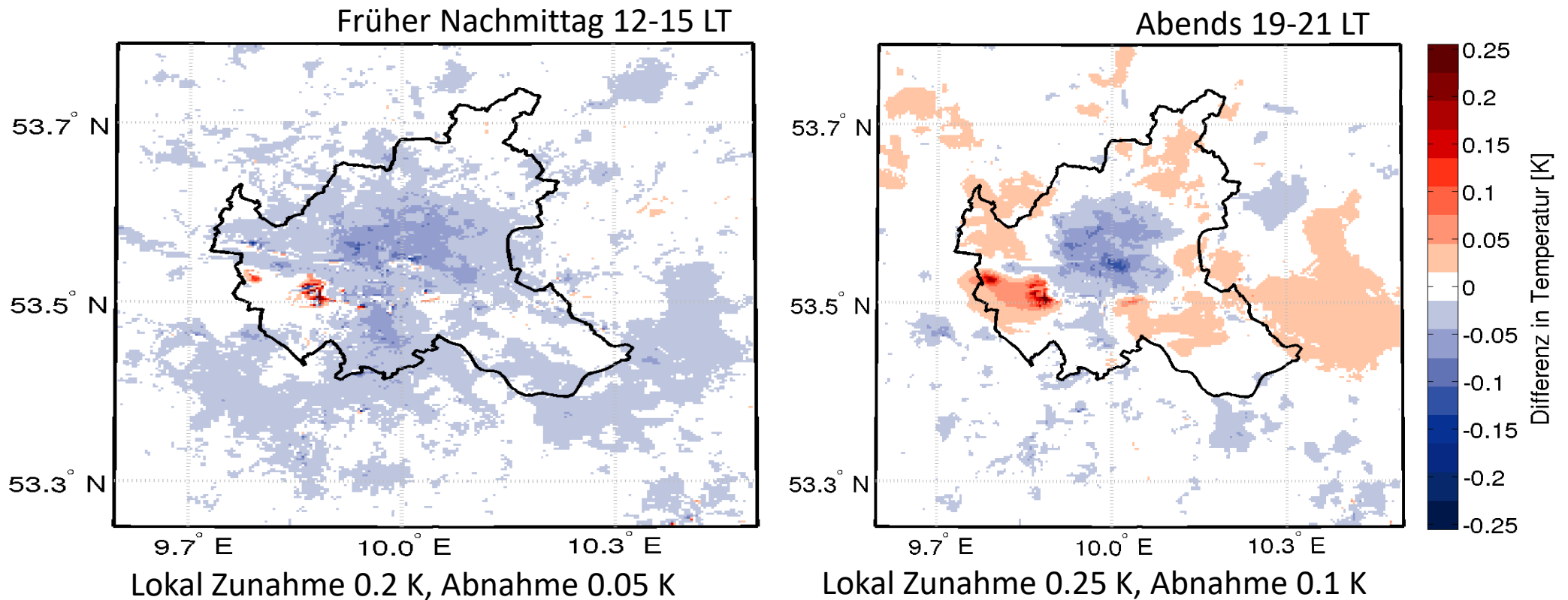
- Städte und Regionen mittelfristig umbauen
- ÖPNV verstärken, Fahrrad und Füße nutzen
- Dezentrale Energieversorgung (Plus-Energie)
- Energiearme Gebäude-Steuerung („Smart home ohne Strom“)



Zusätzliche lokale Klimaänderungen vermeiden

Temperaturänderungen im Sommerklima-Mittel – Vgl. zu heutiger Stadtstruktur

Szenario A: Bevölkerungsanstieg 9.5%, Dachbegrünung (intensiv und extensiv), neuer Stadtteil



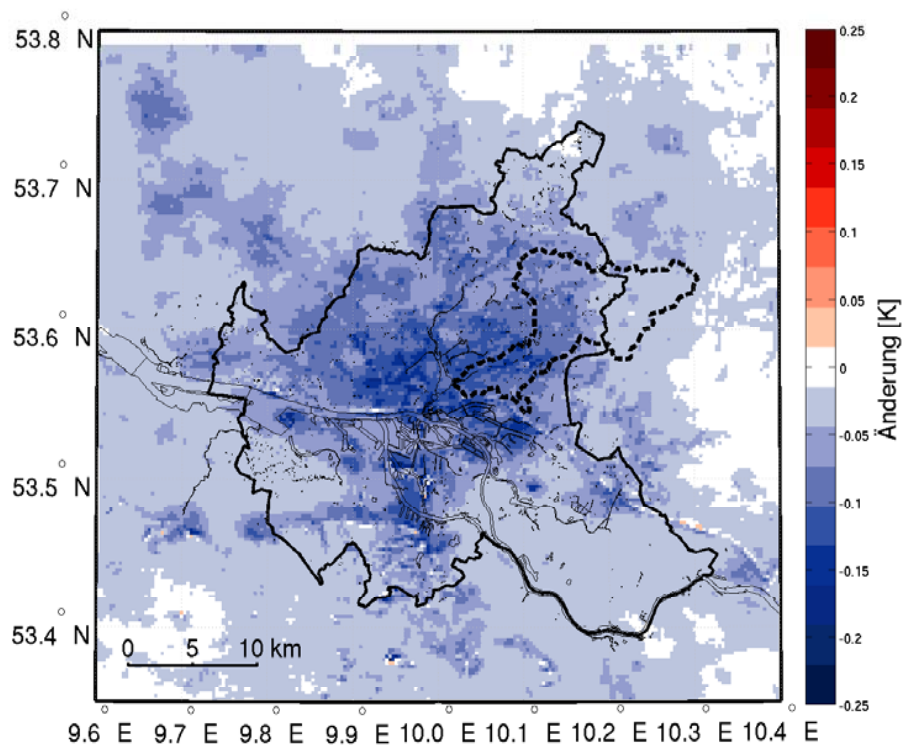
Abbildungen Petrik et al. (2014)

Zusätzliche lokale Klimaänderungen vermeiden

Temperaturänderungen im Sommerklima-Mittel – Vgl. zu heutiger Stadtstruktur

Szenario B: Bevölkerungsanstieg 6.2%, Entsiegelung, Aufstockung und Nachverdichtung, Dachbegrünung

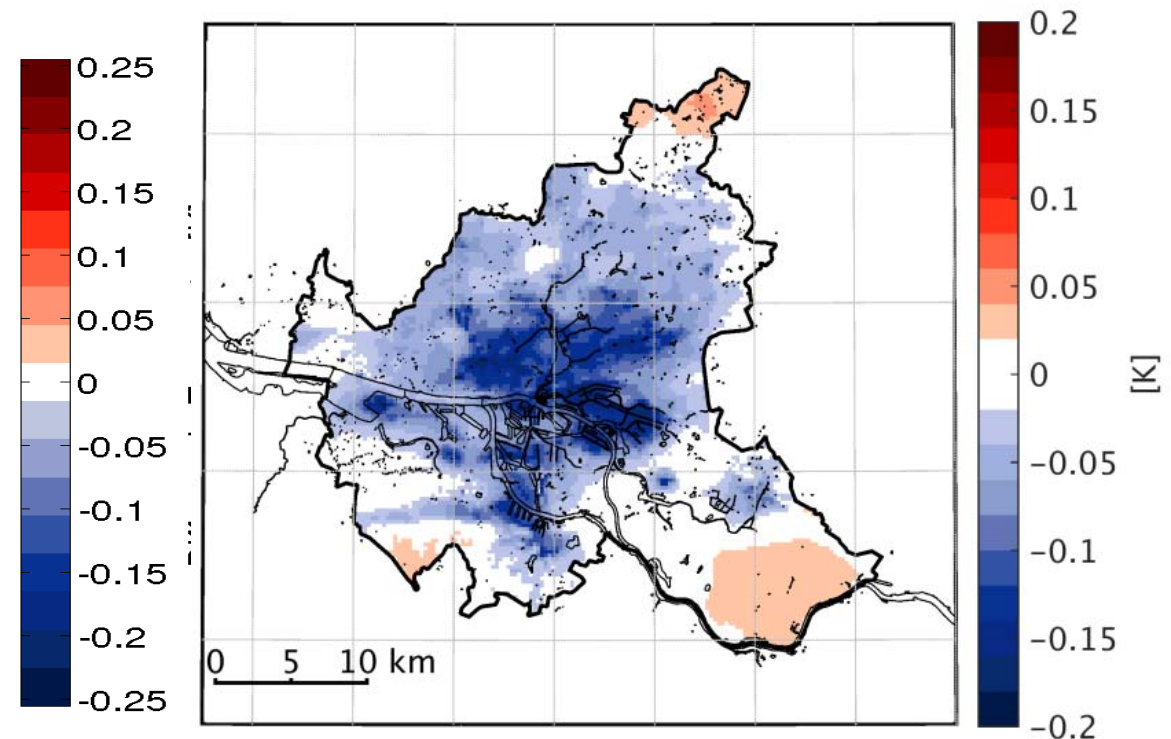
Tagsüber (6-18 LT)



Abnahme um 0.1 K

Abbildung Linde et al. (2014)

Abends (19-23 LT)

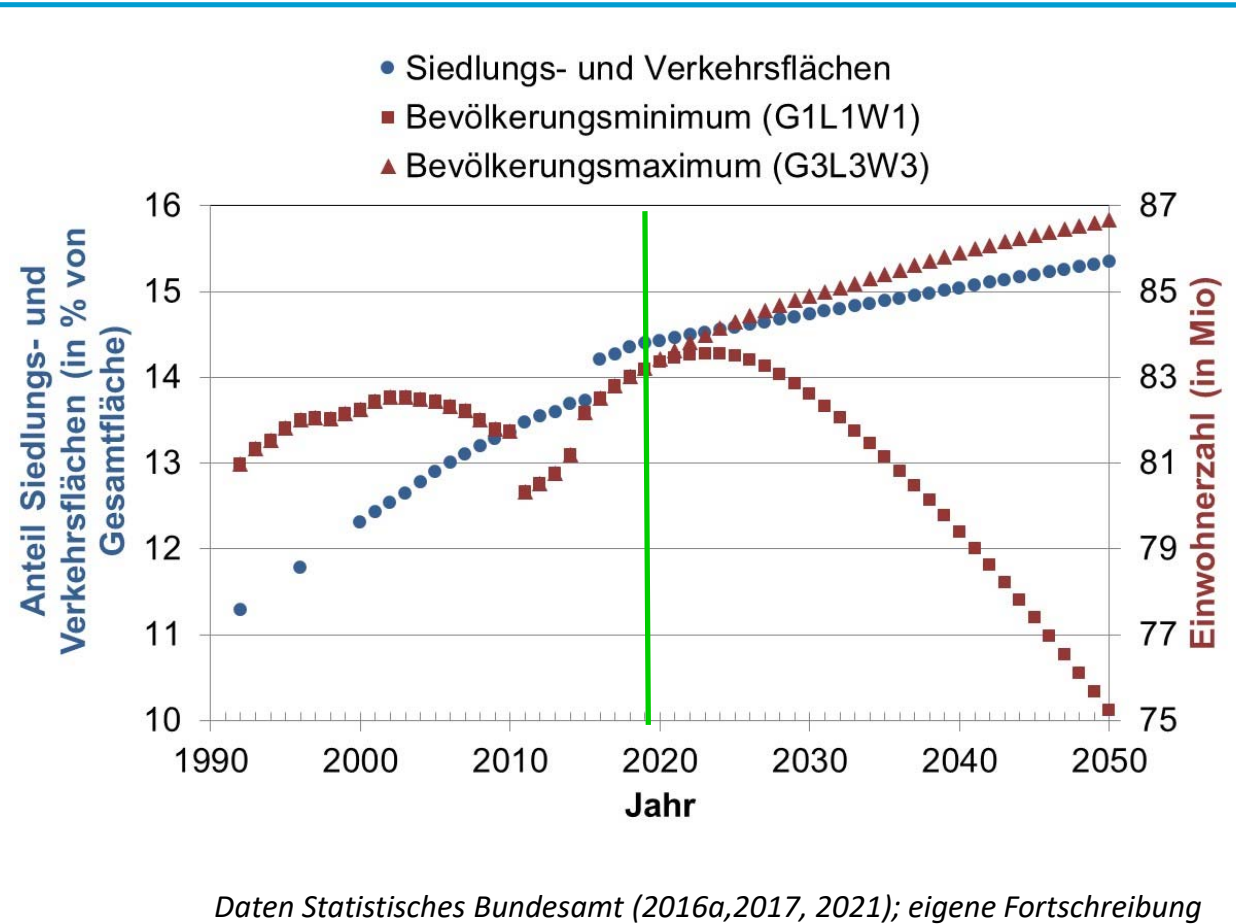


Abnahme bis zu 0.2 K

Abbildung Petrik et al. (2014)

Zusätzliche lokale Klimaänderungen vermeiden

- Grünflächenanteil erhöhen (Landschaft, Dach/Wand/Boden)
- Entsiegelung - „Schwammstadt“
- Durchlüftung in Städten gewährleisten.
- Keine Neuversiegelung; wenn dann mit durchlässigen Böden.



Daten Statistisches Bundesamt (2016a,2017, 2021); eigene Fortschreibung

Auf unvermeidbare Klimaänderungen vorbereiten

- Flächenentsiegelung, Regenrückhalt im Winter für den Sommer (Niederschlagswasser-Vorrat)
- Bauten als Chamäleon (Winter/Sommer)
- Veränderungen in allen Sektoren.
- Integrierte Warnsysteme (Hitze, Niederschlag, Überflutung, Luftbelastung) unter Einschluss wetterabhängiger individueller Anwendungen (Fahrradnutzung, regenerative Energiegewinnung).
- Verhaltensweisen lernen (Lüften, Windböen, Sonne/Schatten, (regenerative) Energienutzung,...)
- Normen klimabeständig machen.



Müssen Normen für eine klimabeständige Entwicklung angepasst werden?

- Ja, oftmals!
- Wie?
 - Prüfen, ob klimatische Parameter in der Norm eine Rolle spielen.
 - Kann die Norm im Zukunftsklima unverändert angewendet werden (z.B. Temperaturbereiche)?
 - Benötigt die Methodik fossile Brennstoffe?
 - Müssen in der Norm veränderte meteorologische Bedingungen berücksichtigt werden (z.B. neue Ausbreitungsklassen)?
 - Auf welche Zeitskala bezieht sich die Norm?



The screenshot shows the website of the Umwelt Bundesamt (German Federal Environment Agency). The main navigation bar includes 'Umwelt Bundesamt', 'Das UBA', 'Themen', 'Presse', 'Publikationen', 'Tipps', and 'Daten'. The 'Themen' menu is expanded, showing 'Klima | Energie', 'Klimafolgen und Anpassung', 'Anpassung an den Klimawandel', 'Anpassung auf kommunaler Ebene', 'Kommunen vernetzen', and 'Deutsche Kommunen rufen den Klimanotstand aus'. The main content area displays the breadcrumb path: 'Themen > Klima | Energie > Klimafolgen und Anpassung > Anpassung an den Klimawandel > Anpassung auf kommunaler Ebene > Normen, technische Regeln und Richtlinien zur Anpassung'. The title of the page is 'Normen, technische Regeln und Richtlinien zur Anpassung'. Below the title is an image of architectural blueprints with a yellow eraser, a blue pen, and a yellow ruler. A 'KomPass' logo is visible in the bottom right corner of the image. The URL at the bottom of the screenshot is: <https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/klimafolgen-anpassung/anpassung-an-den-klimawandel/anpassung-auf-kommunaler-ebene/normen-technische-regeln-richtlinien-zur-anpassung#deutsches-institut-fur-normung-ev-din-international-organization-for-standardization-iso>

FB Umweltmeteorologie der KRdL in VDI und DIN

- 76 Richtlinien werden geprüft
 - Entwicklung von Kriterien in Arbeit
 - Richtlinien sollen bei der regulären Prüfung aktualisiert werden.
 - Neue Richtlinien wo erforderlich.

- Beispiele
 - VDI-Richtlinie VDI 3787 Blatt 1 - Klima- und Lufthygienekarten für Städte und Regionen
 - ...Blatt 2 - Methoden zur human-biometeorologischen Bewertung von Klima und Lufthygiene für die Stadt- und Regionalplanung - Teil I: Klima
 - ...Blatt 4 - Methoden zur Beschreibung von Stark- und Schwachwinden in bebauten Gebieten und deren Bewertung
 - ...

ICS 07.060, 13.040.01, 91.020		VDI-RICHTLINIEN		September 2020	
VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE		Umweltmeteorologie Stadtentwicklung im Klimawandel Environmental meteorology Urban development in view of climate change		VDI 3787 Blatt 8 / Part 8 Ausg. deutsch/englisch Issue German/English	
<i>Der Entwurf dieser Richtlinie wurde mit Ankündigung im Bundesanzeiger einem öffentlichen Einspruchsverfahren unterworfen. Die deutsche Version dieser Richtlinie ist verbindlich.</i>			<i>The draft of this standard has been subject to public scrutiny after announcement in the Bundesanzeiger (Federal Gazette). The German version of this standard shall be taken as authoritative. No guarantee can be given with respect to the English translation.</i>		
Inhalt	Seite	Contents	Page		
Vorbemerkung.....	2	Preliminary note.....	2		
Einleitung.....	2	Introduction.....	2		
1 Anwendungsbereich.....	2	1 Scope.....	2		
2 Auswirkungen des globalen Klimawandels auf urbane Siedlungsräume.....	3	2 Impacts of global climate change on urban settlement areas.....	3		
2.1 Klimawandel global und regional.....	3	2.1 Global and regional climate change.....	3		
2.2 Stadtklima.....	8	2.2 Urban climate.....	8		
3 Anforderungen an die Stadtentwicklung der Zukunft.....	17	3 Future urban development requirements.....	17		
4 Analyse der Auswirkungen des Klimawandels.....	20	4 Analysis of the impacts of climate change.....	20		
4.1 Identifizierung hitzegefährdeter Siedlungsräume.....	23	4.1 Identifying settlements at risk of overheating.....	23		
4.2 Identifizierung von durch Starkregen/Hochwasser gefährdeter Räume.....	25	4.2 Identifying areas at risk of heavy rainfall/flooding.....	25		
4.3 Identifizierung von durch Wind gefährdeter Räume.....	26	4.3 Identifying areas susceptible to wind.....	26		
5 Klimaresistente Stadtentwicklung – Empfehlungen von Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel.....	28	5 Climate-resilient urban development – Recommendations for climate change adaptation measures.....	28		
5.1 Begrünung.....	28	5.1 Vegetation.....	28		
5.2 Belüftung.....	36	5.2 Ventilation.....	36		
5.3 Wassermanagement.....	39	5.3 Water management.....	39		
5.4 Technische Maßnahmen.....	45	5.4 Technical measures.....	45		
6 Umsetzung in Planungshandeln.....	48	6 Planning implementation.....	48		
6.1 Bewertungsbeispiele für verschiedene stadtklimatische Themenfelder.....	51	6.1 Example calculations for different urban-climate fields.....	51		
6.2 Siedlungswassermanagement – Maßnahmen und Wirkungen im urbanen Raum.....	55	6.2 Urban water management – Measures and impacts in urban areas.....	55		
7 Rechtlicher Rahmen/Implementierung in das kommunale Verwaltungshandeln.....	55	7 Statutory framework/implementation through municipal administrative action.....	55		
7.1 Rechtliche Verankerung des Themas „Stadtklima/Klimaanpassung“.....	55	7.1 Statutory framework for “urban climate/climate adaptation”.....	55		
7.2 Organisatorische Implementierung des Themas „Klimaanpassung“ in die kommunale Verwaltung.....	65	7.2 Organisational implementation of the “climate adaptation” theme at local authority level.....	65		
Anhang A Anpassungsmaßnahmen im Planungsrecht.....	68	Annex A Adaptation measures in planning law.....	69		

Neue und Anpassung vorhandener Normen

- Normen neu (Beispiele):
 - Quantifizierungsmethode der THG Emissionen für Städte / Regionen (LK) / Staaten
 - Bewertung der grauen Energien
- Anpassung Bemessungswasserstände, Windlast, usw.
- Umfängliche Zusammenfassung der bereits bestehenden Normen und wie vorgegangen werden kann bei KomPass (2022).

Sturzflutpotential (bzw. Änderung) für Herbst in der nahen Zukunft (2021-2050)

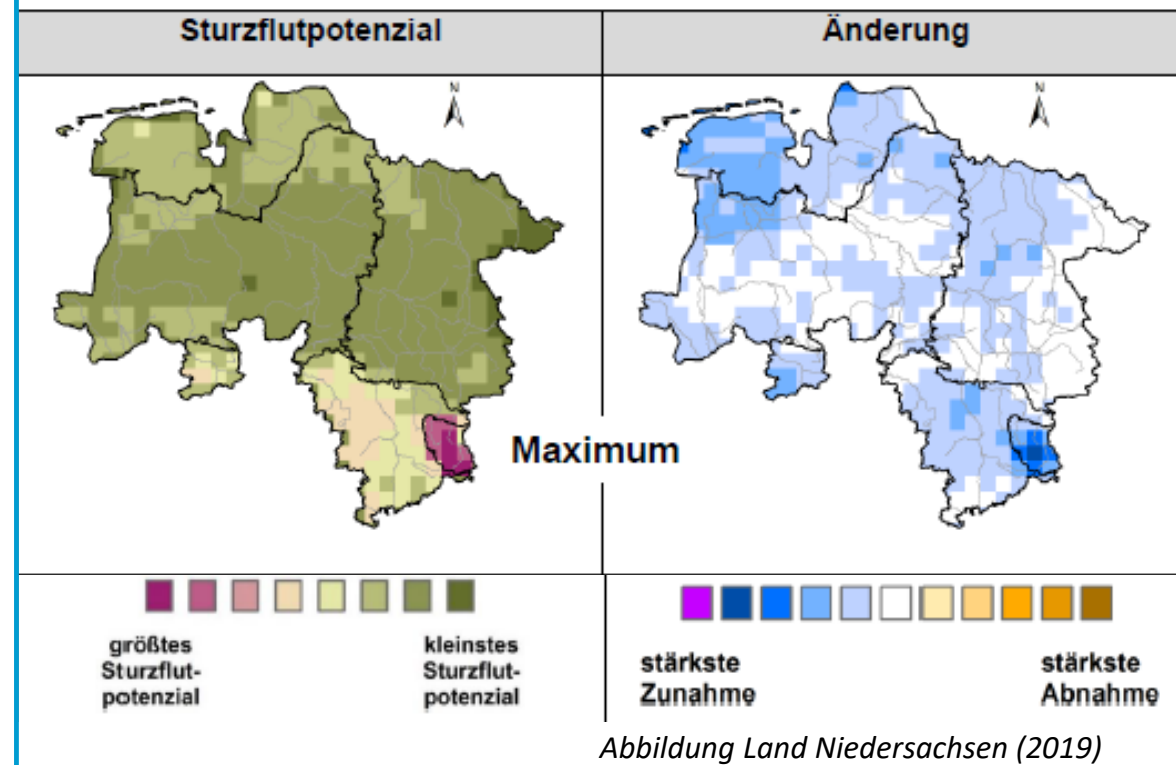


Abbildung Land Niedersachsen (2019)

Schlussbemerkungen

- Der beobachtete Klimawandel ist durch anthropogene Emissionen verursacht.
- Bereits beobachtete Änderungen setzen sich im Zukunftsklima fort (höhere Temperaturen, mehr Starkregen, Verschiebung in der jahreszeitlichen Niederschlagsmenge, ...).
- Jede zusätzlich emittierte t CO₂ verstärkt den Klimawandel.
- Direkte menschliche Eingriffe addieren sich zu den Klimawandelfolgen (Stadtklima, Überflutungen).
- Emissionsreduktionen erfordern grundsätzliche Veränderungen mit Synergieeffekten (SDGs).
- Klimabeständigkeit erfordert neben Reduktionen Veränderungen in Energiewirtschaft, Industrie, Gebäuden/Stadtentwicklung, Verkehr, Landwirtschaft, Abfallwirtschaft/Sonstiges und klimabeständige Normen.
- Ideenreichtum und Innovationswille sind gut, die Umsetzung ist essentiell und drängend.

Referenzen

- DAS Basisdienst (2022): Zeitreihen und Trends; <https://www.das-basisdienst.de/DE/leistungen/zeitreihen/zeitreihen.html?nn=451278#buehneTop> . Letzter Zugriff am 01.06.2022
- DWD (2018): Klimareport für Niedersachsen; Fakten bis zur Gegenwart – Erwartungen für die Zukunft. Deutscher Wetterdienst, Offenbach am Main, Deutschland, 52 Seiten. https://www.umwelt.niedersachsen.de/download/132060/Klimareport_ Letzter Zugriff am 07.12.2021.
- Hereon (2022): Norddeutsches Küsten- und Klimabüro, Meeresspiegel-Monitor.de. <https://meeresspiegel-monitor.de/gmsl/sla/index.php.de> Letzter Zugriff am 01.06.2022
- IPCC,(2021a): Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, and B. Zhou (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, In press, doi:10.1017/9781009157896. letzter Zugriff am 02.02.2022
- IPCC (2021b): The Physical Science Basis report - Press conference slides - <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads> letzter Zugriff am 16.09.2021
- IPCC, (2021b): Summary for Policymakers. In: Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, and B. Zhou (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 3–32, doi:10.1017/9781009157896.001. <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/figures/summary-for-policymakers> Letzter Zugriff am 24.05.2022
- KomPass (2022): Normen, technische Regeln und Richtlinien zur Anpassung. <https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/klimafolgen-anpassung/anpassung-an-den-klimawandel/anpassung-auf-kommunaler-ebene/normen-technische-regeln-richtlinien-zur-anpassung#deutsches-institut-fur-normung-ev-din-international-organization-for-standardization-iso> Letzter Zugriff 2.6.2022.
- Land Niedersachsen (2021): Niedersächsische Klimaschutzstrategie. 2021 https://www.ml.niedersachsen.de/startseite/themen/landwirtschaft/nachhaltigkeit_und_klimaschutz/der-klimawandel---folgen-und-aufgaben-fuer-die-niedersaechsische-land--und-forstwirtschaft-145563.html Letzter Zugriff am 01.06.2022
- Land Niedersachsen (2019): Klimawirkungsstudie Niedersachsen. Wissenschaftlicher Hintergrundbereich. Erstellt durch Klimakompetenzwerk Niedersachsen. Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie, Bauen und Klimaschutz. http://www.lbeg.niedersachsen.de/download/143866/Klimawirkungsstudie_Niedersachsen.pdf Letzter Zugriff am 01.06.2022
- Linde, M., P. Hoffmann, P., K. H. Schlünzen, R. Schoetter (2014): Auswirkungen auf die mittlere Lufttemperatur im Sommer. In Kruse, E., T. Zimmermann, A. Kittel, W. Dickhaut, J. Knieling, C. Sörensen (Hrsg.) (2014): Stadtentwicklung und Klimaanpassung: Klimafolgen, Anpassungskonzepte und Bewusstseinsbildung beispielhaft dargestellt am Einzugsgebiet der Wandse, Hamburg. Berichte aus dem KLIMZUG-NORD Modellgebieten, Band 2, TuTech Verlag, Hamburg, Germany. ISBN: 978-3-941492-68-4
- Pfeifer S, Rechid D, Bathiany S (2020): Klimaausblick Niedersachsen. Climate Service Center Germany (GERICS). https://gerics.de/products_and_publications/fact_sheets/index.php.de . letzter Zugriff am 07.12.2021.
- Schlünzen K.H., Hoffmann P., Rosenhagen G., Riecke W. (2010): Long-term changes and regional differences in temperature and precipitation in the metropolitan area of Hamburg. Int. J. Climatol., 30, 1121-1136, doi: 10.1002/joc.1968.
- Staatliches Gewerbeaufsichtsamt Hildesheim (2021): Liftqualitätsüberwachung in Niedersachsen, Jahresbericht 2020. https://www.umwelt.niedersachsen.de/download/170209/Jahresbericht_2020.pdf . Letzter Zugriff am 01.06.2022
- Statistische Ämter des Bundes und der Länder – Gemeinsames Statistikportal: Treibhausgasemissionen. <https://www.statistikportal.de/de/ugrdl/ergebnisse/gase/thg> . Letzter Zugriff am 01.06.2022
- Statistisches Bundesamt (2016a) Bodenfläche nach Art der tatsächlichen Nutzung, Fachserie 3, Reihe 5.1.
- Statistisches Bundesamt (2017) Bevölkerungsentwicklung bis 2060. letzter Zugriff am 06.07.2017
- Statistisches Bundesamt (Destatis) (2021a) Vorausberechneter Bevölkerungsstand Deutschland. Stand: 25.01.2021 /
- UBA (2021a): Wie hoch sind die Treibhausgasemissionen pro Person in Deutschland durchschnittlich? Umweltbundesamt, <https://www.umweltbundesamt.de/service/uba-fragen/wie-hoch-sind-die-treibhausgasemissionen-pro-person> . letzter Zugriff am 01.06.2022.
- UBA (2021b): Vergleich der durchschnittlichen Emissionen einzelner Verkehrsmittel im Personenverkehr <https://www.umweltbundesamt.de/themen/verkehr-laerm/nachhaltige-mobilitaet/radverkehr#gtgt-schnell> . ;. Letzter Zugriff am 14.02.2022
- UBA (2022): Luftschadstoffbelastung in Deutschland. https://gis.uba.de/maps/resources/apps/lu_schadstoffbelastung/index.html?lang=de ;. Letzter Zugriff am 01.06.2022

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit
heinke.schlunzen@uni-hamburg.de

Gefördert von:

 **DFG** Deutsche
Forschungsgemeinschaft