

The year 2024 in context of global climate change

Dipl.-Met. Benjamin Held M.Sc. (Raziel)

3. Juli 2025

Inhalt

- 1 Introduction
- 2 IPCC Report (AR6)
- 3 Observation data
- 4 Conclusion

Inhalt

- 1 Introduction
- 2 IPCC Report (AR6)
- 3 Observation data
- 4 Conclusion

Reports of 2024

EU-Klimadienst Copernicus

24 Monate über 1,5 Grad

Die globale Temperatur lag erstmals im 2-Jahres-Durchschnitt über der 1,5-Grad-Marke, zeigen EU-Klimadaten. Einen Höchstwert gibt es auch bei den Meeren.

aktualisiert 10.1.2025 16:26 Uhr

↑ teilen

[8] [7]

Reports of 2024

EU-Klimadienst Copernicus

24 Monate über 1,5 Grad

Die globale Temperatur lag erstmals im 2. Jahres-Durchschnitt über

11.1.2025 18:17 Uhr



BERLIN taz | Die weltweiten Temperaturen lagen 2024 laut dem Copernicus-Klimawandeldienst der EU im Schnitt um 1,6 Grad über dem vorindustriellen Niveau. Das Ziel des Pariser Klimaabkommens, die Erderwärmung auf 1,5 Grad zu begrenzen, ist praktisch nicht mehr zu erreichen. Darüber sprechen Verena Kern und Sandra Kirchner im Podcast *klima update*.*

[8] [7]

Reports of 2024

EU-Klimadienst Copernicus

24 Monate über 1,5 Grad

Die globale Temperatur lag erstmals im 2.-Jahres-Durchschnitt über

11.1.2025 18:17 Uhr

↑ teilen

BERLIN *taz* | Die weltweiten Temperaturen lagen 2024 laut dem

Copernic

dem vorj

die Erde

zu erreic

Podcast

Jahresbilanz

**DWD: Durchschnittstemperatur um
außergewöhnliche 0,3 Grad gestiegen**

über

nmens,

ht mehr

hner im

Im zu Ende gehenden Jahr ist die Durchschnittstemperatur in Deutschland nach Angaben des Deutschen Wetterdienstes ungewöhnlich stark angestiegen. Dass 2024 erneut als wärmstes Jahr seit Beginn der Messungen in die Geschichte eingehen wird, steht schon seit einigen Tagen fest. Eine genaue Auswertung der Daten habe jetzt aber ergeben, dass die Temperatur gegenüber dem Vorjahr gleich um 0,3 Grad gestiegen sei, erklärte der DWD.

30.12.2024

[8] [7]

Reports of 2024

EU-Klimadienst Copernicus

24 Monate über 1,5 Grad

Die globale Temperatur lag erstmals im 2.-Jahres-Durchschnitt über

11.1.2025 18:17 Uhr

teilen

BERLIN taz | Die weltweiten Temperaturen lagen 2024 laut dem

Copernic

dem vori

die Erde

zu erreic

Podcast

DWD: Durchschnittstemperatur um außergewöhnliche 0,3 Grad gestiegen

Im zu Ende gehenden Jahr ist die Durchschnittstemperatur in Deutschland nach Angaben des Deutschen Wetterdienstes ungewöhnlich stark angestiegen. Dass 2024 erneut als wärmstes Jahr seit Beginn der Messungen in die Geschichte eingehen wird, steht schon seit einigen Tagen fest. Eine genaue Auswertung der Daten habe jetzt aber ergeben, dass die Temperatur gegenüber dem Vorjahr gleich um 0,3 Grad gestiegen sei, erklärte der DWD.

30.12.2024

über

nmens,

ht mehr

hner im

Messungen des Deutschen Wetterdienstes

Deutschland erhitzt sich immer schneller

2024 war in Deutschland das heißeste Jahr seit Beginn der Aufzeichnungen. Wetterdienst und besorgte Eltern fordern mehr Klimaschutz von der Regierung.

1.4.2025 16:04 Uhr

teilen

[8] [7]

Reports of 2024

EU-Klimadienst Copernicus

24 Monate über 1,5 Grad

Die globale Temperatur lag erstmals im 2.-Jahres-Durchschnitt über

11.1.2025 18:17 Uhr

teilen

BERLIN taz | Die weltweiten Temperaturen lagen 2024 laut dem

Copernic

dem vori Jahresbilanz

die Erde DWD: Durchschnittstemperatur um
zu erreic außergewöhnliche 0,3 Grad gestiegen

Podcast

Im zu Ende gehenden Jahr ist die Durchschnittstemperatur in Deutschland nach Angaben des Deutschen Wetterdienstes ungewöhnlich stark angestiegen. Dass 2024 erneut als wärmstes Jahr seit Beginn der Messungen in die Geschichte eingehen wird, steht schon seit einigen Tagen fest. Eine genaue Auswertung der Daten habe jetzt aber ergeben, dass die Temperatur gegenüber dem Vorjahr gleich um 0,3 Grad gestiegen sei, erklärte der DWD.

30.12.2024

über
nmens,
ht mehr
hner im

Messungen des Deutschen Wetterdienstes

Deutschland erhitzt sich immer schneller

2024 war in Deutschland das heißeste Jahr seit Beginn der Aufzeichnungen. Wetterdienst und besorgte Eltern fordern mehr

Erderwärmung

So schnell wie Europa erhitzt sich kein Erdteil

Der Copernicus-Report zeigt, wie dramatisch der Kontinent vom Klimawandel betroffen ist. Klimaschützende warnen vor der neuen Bundesregierung.

15.4.2025 18:30 Uhr

teilen

[8] [7]

Reports of 2024

Folgen der Erderhitzung

2024 war extrem

Der Wasserkreislauf gerät wegen der Erderhitzung aus dem Gleichgewicht. Es gab 2024 mehr Dürren und Starkregen, weswegen tausende Menschen starben.

6.1.2025 20:07 Uhr

↑ teilen

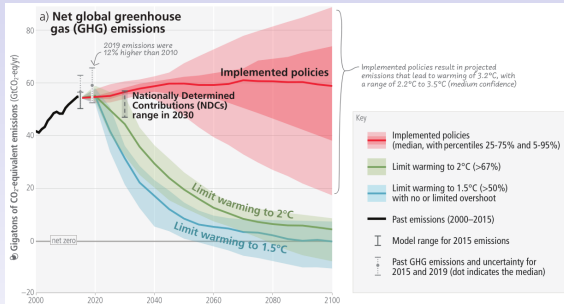


Nach den heftigen
Regelfällen in
Valencia

Inhalt

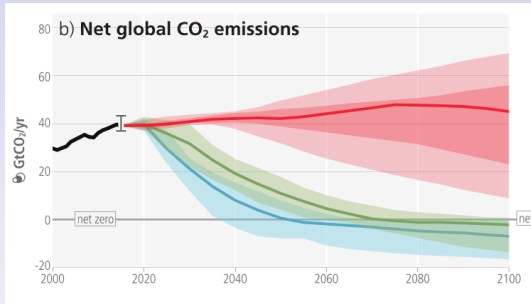
- 1 Introduction
- 2 IPCC Report (AR6)
- 3 Observation data
- 4 Conclusion

Reports on climate change



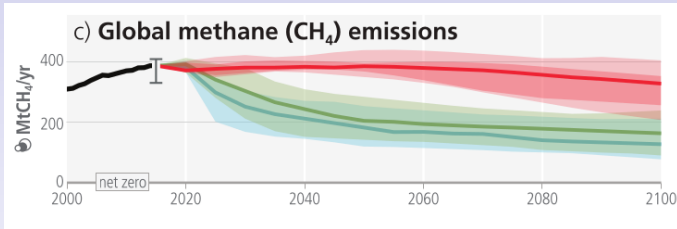
- IPCC report with observations and predictions on global and local climate change
- main problem: anthropogenic emissions
- several emission and energy usage scenarios [1]

Reports on climate change



- IPCC report with observations and predictions on global and local climate change
- main problem: anthropogenic emissions
- several emission and energy usage scenarios [1]

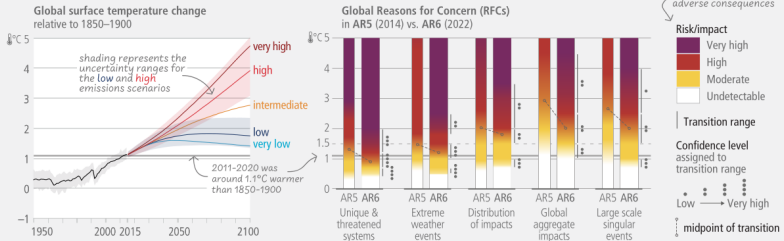
Reports on climate change



- IPCC report with observations and predictions on global and local climate change
- main problem: anthropogenic emissions
- several emission and energy usage scenarios [1]

IPCC results (partial)

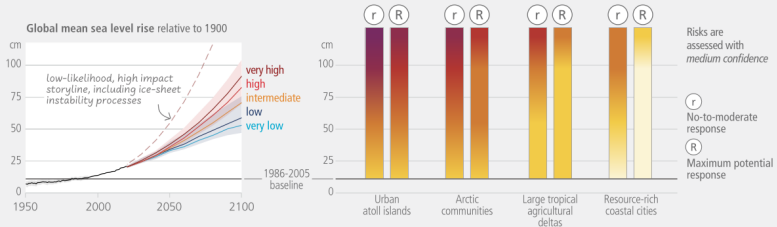
a) High risks are now assessed to occur at lower global warming levels



[1]

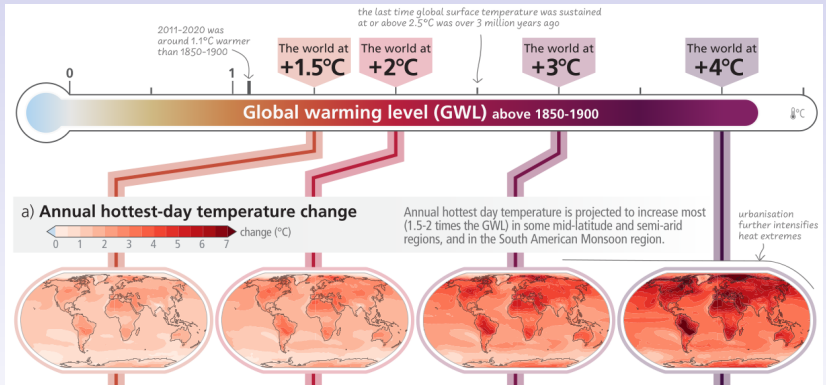
IPCC results (partial)

c) Risks to coastal geographies increase with sea level rise and depend on responses



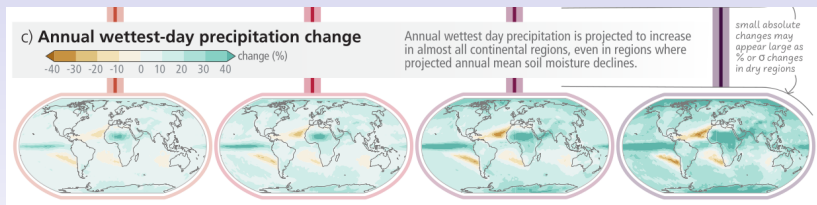
[1]

Temperature AR6 (global)



- in addition: increase of extrem weather events [1]

Precipitation AR6 (global)



- for Germany: minor increase of mean precipitation [1]

Inhalt

- 1 Introduction
- 2 IPCC Report (AR6)
- 3 Observation data**
- 4 Conclusion

Local climate highlights recap 2024 [6]

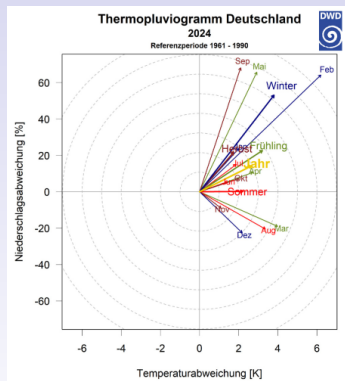
Ref	T_{mean}	T_{Ref}	P_{mean}	P_{Δ}	Sun_{mean}	Sun_{Δ}
61-90	10.9°C	+2.7°C	902 mm	+14%	1675h	+8.4%

Tabelle: Meteorological mean values for germany in 2024

Temp.	Winter	Spring	Summer	Autumn
T_{Δ}	+3.8°C	+3.2°C	+2.2°C	+1.7°C
Precip.				
P_{Δ}	+53%	+23%	+0%	+21%
Sun				
Sun_{Δ}	-2%	+4%	+15%	+5%

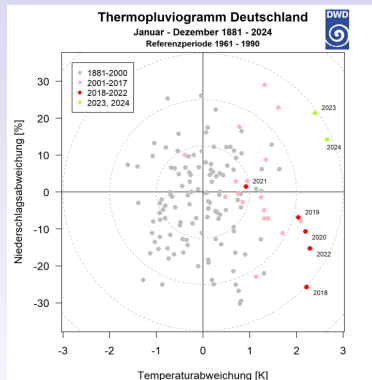
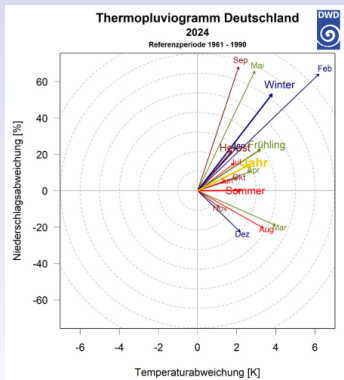
Tabelle: Seasonal mean values for germany in 2024

Monthly anomalies



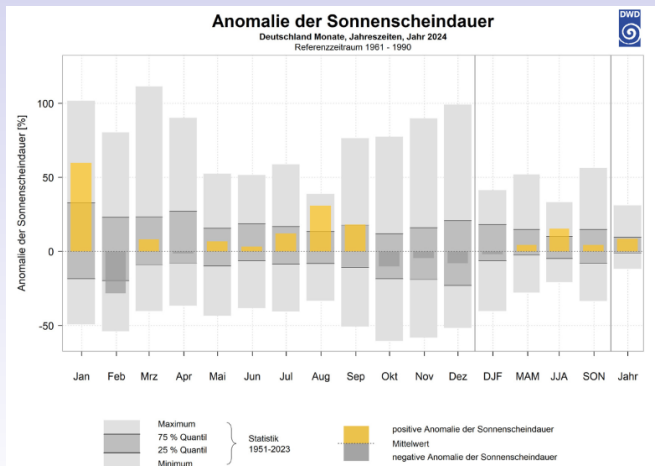
[6]

Monthly anomalies

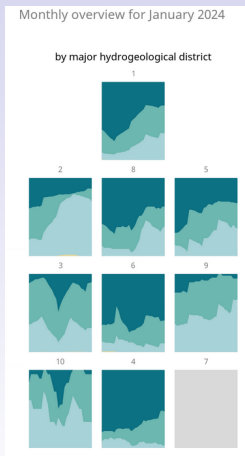


[6]

Monthly anomalies



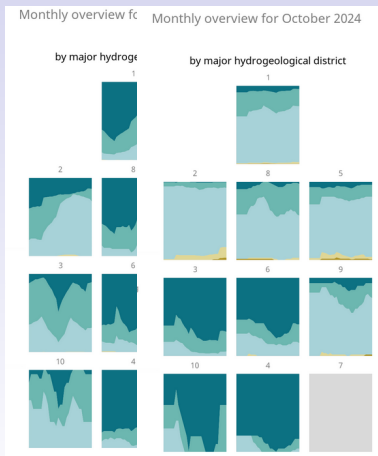
Groundwater development



[9]

- good water level in jan 2024 due to autumn rain in 2023
- during summer rain amounts above the 30 year mean values
- rain deficit in nov and dec led to reduced ground water levels
- Spoiler 2025: with the dry spring months ground water levels are bad (ground water)

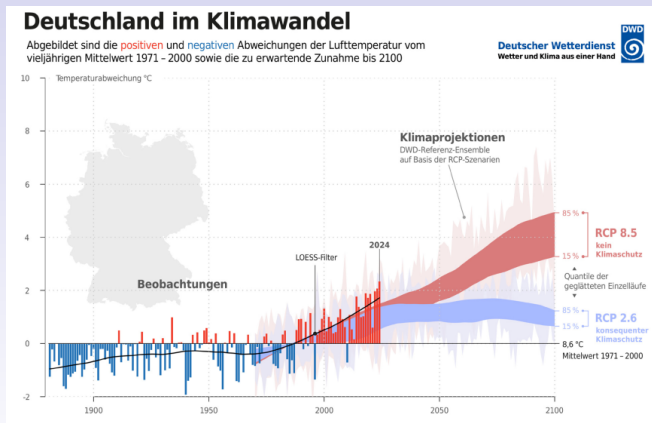
Groundwater development



[9]

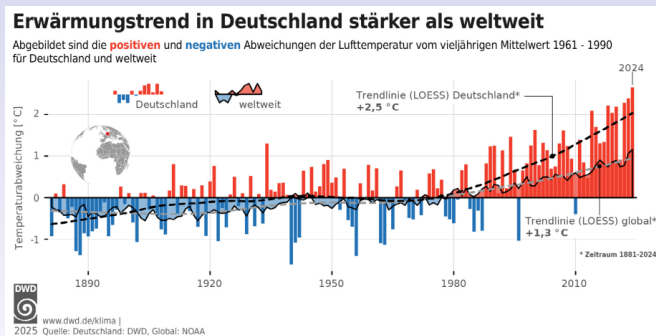
- good water level in jan 2024 due to autumn rain in 2023
- during summer rain amounts above the 30 year mean values
- rain deficit in nov and dec led to reduced ground water levels
- Spoiler 2025: with the dry spring months ground water levels are bad (ground water)

Observation context to climate change



[6]

Observation context to climate change



[6]

Global climate highlights recap 2024 ([6] and [4])

- Europe:
 - mean $+1.6^{\circ}\text{C}$, northern eu $+1.0^{\circ}\text{C}$, south eastern eu $+3^{\circ}\text{C}$
 - middle europe $P_{\Delta} \sim +50\%$, eastern and south eastern $P_{\Delta} \sim -50\%$
 - western europe sun deficit $\sim -20\%$, eastern europe $\sim +20\%$
- Global:
 - mean $+1.55^{\circ}\text{C}$, mexico $> 50^{\circ}\text{C}$ for several days, Enontekiö (Finland) -44.3°C
 - several heat wave over europe, Spitzbergen -20.3°C in august
 - heavy flooding in brazil (april/may), Storm KIRSTI with 180 mm rain in 24 h in baltic states at July, 29th
 - many category 4 hurricanes and taifuns, longer season

Inhalt

- 1 Introduction
- 2 IPCC Report (AR6)
- 3 Observation data
- 4 Conclusion**

Context between observations and climate change risks

- from the warmest 10 years since observation begin 8 occurred within the last 10 years, all 12 months in 2024 too warm
- even stronger increase in extreme weather events both in intensity and time scale, e.g. longest season of tropical storms in 2024
- over all seasons arid and humid months, but arid months in late 2024 resulting in ground water deficit in 2025
- shift in regional precipitation values will make more regions inhabitable in the medium run

Summary

- IPCC report presents findings regarding climate change
- these findings serve as basis for regional analysis of climate change
- 1.5°C goal overstepped in 2023 and 2024 with its trend increasing
- The year 2024 did not break records in germany, but in the rest of the world with heat, storms, floods and other extreme weather conditions



Questions? Feedback?



H. Lee Core Writing Team and J. Romero (eds.).
IPCC, 2023: Climate Change 2023: Synthesis Report.
Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth
Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate
Change.
[IPCC, Geneva, Switzerland, 2023.](#)



DWD.
German Weather Service (Deutscher Wetterdienst).
www.dwd.de, 09 2018.



ECMWF.
Data Coverage - Synop, Ship, Temp.
<https://charts.ecmwf.int/catalogue/packages/monitoring/products/d>
07 2024.



K. Friedrich, D. Niermann, F. Imbery, P. Bissolli, and
S. Haeseler.

Klimatologischer Rückblick auf 2023: Das bisher wärmste Jahr
in Deutschland.

www.dwd.de, 1 2025.



Benjamin Held.

Regionalisierung von Klimamodellen.

Diplomarbeit, Leibniz Universität Hannover, 2010.



Florian Imbery, Karsten Friedrich, Deborah Niermann, Andreas
Becker, Ursula Klasen, and Geschäftsbereich Klima und
Umwelt.

Klimastatusbericht Deutschland Jahr 2024.

<https://www.dwd.de/DE/leistungen/klimastatusbericht/klimastatusb>
3 2025.



Various.

Deutschlandfunk.

<https://www.deutschlandfunk.de>, 07 2025.



Various.

TAZ Tageszeitung.

<https://taz.de/Schwerpunkt-Klimawandel/!t5008262//>, 07 2025.



Prof. Dr. Ralph Watzel.

Ground water levels and forecast for germany.

<https://gruvo.bgr.de/website/month>, 06 2025.



Wetterzentrale.

Weather reports, forecasts, models.

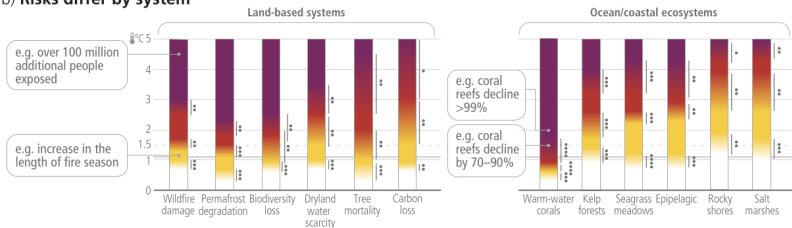
www.wetterzentrale.de, 10 2018.

Inhalt

- 5 Appendix: IPCC report
- 6 Appendix: Numerical modelling details
- 7 Appendix: Basic equations

Additional Risk assessment

b) Risks differ by system

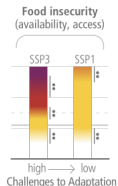
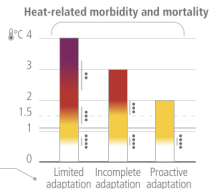


[1]

Additional Risk assessment

d) Adaptation and socio-economic pathways affect levels of climate related risks

Limited adaptation (failure to proactively adapt; low investment in health systems); incomplete adaptation (incomplete adaptation planning; moderate investment in health systems); proactive adaptation (proactive adaptation management; higher investment in health systems)



The SSP1 pathway illustrates a world with low population growth, high income, and reduced inequalities, food produced in low GHG emission systems, effective land use regulation and high adaptive capacity (i.e., low challenges to adaptation). The SSP3 pathway has the opposite trends.

[1]

Emission models

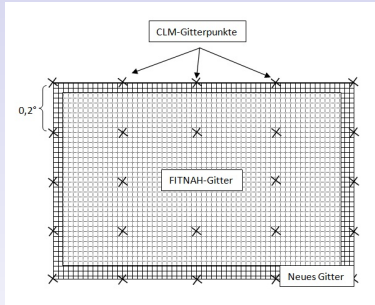
Category in WGIII	Category description	GHG emissions scenarios (SSPx-y*) in WGI & WGII	RCPy** in WGI & WGII
C1	limit warming to 1.5°C (>50%) with no or limited overshoot***	Very low (SSP1-1.9)	
C2	return warming to 1.5°C (>50%) after a high overshoot***		
C3	limit warming to 2°C (>67%)	Low (SSP1-2.6)	RCP2.6
C4	limit warming to 2°C (>50%)		
C5	limit warming to 2.5°C (>50%)		
C6	limit warming to 3°C (>50%)	Intermediate (SSP2-4.5)	RCP 4.5
C7	limit warming to 4°C (>50%)	High (SSP3-7.0)	
C8	exceed warming of 4°C (>50%)	Very high (SSP5-8.5)	RCP 8.5

* See footnote 21 for the SSPx-y terminology.

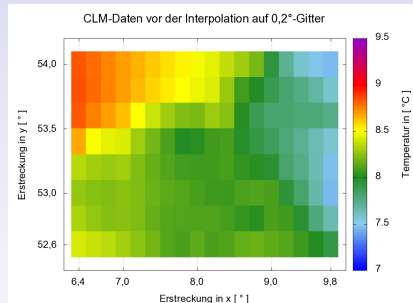
** See footnote 23 for the RCPy terminology.

*** Limited overshoot refers to exceeding 1.5°C global warming by up to about 0.1°C, high overshoot by 0.1°C-0.3°C, in both cases for up to several decades.

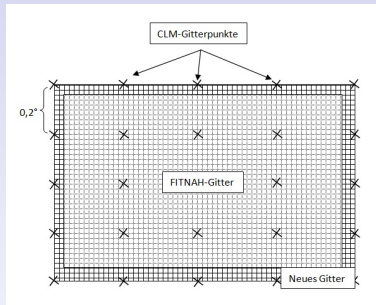
Appendix: Local models



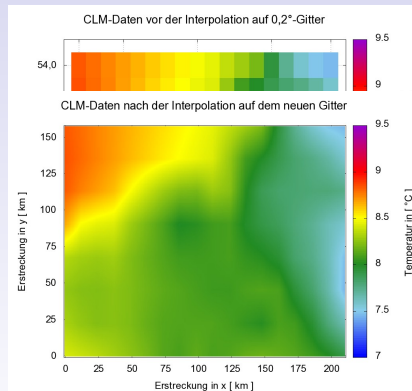
Nesting of models for local forecast with various starting values [5], here Climate limited-area modelling



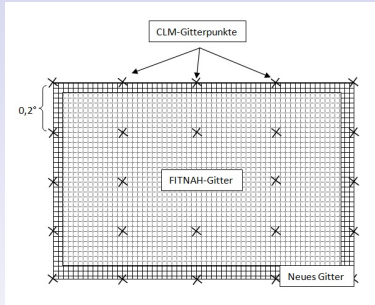
Appendix: Local models



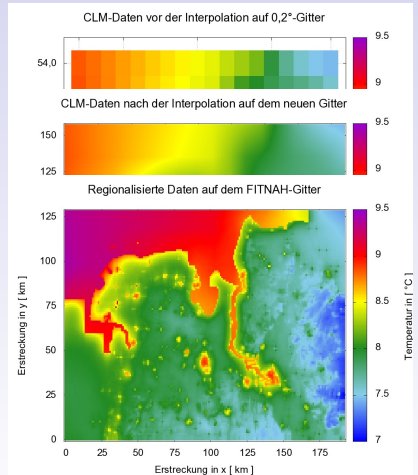
Nesting of models for local forecast with various starting values [5], here Climate limited-area modelling



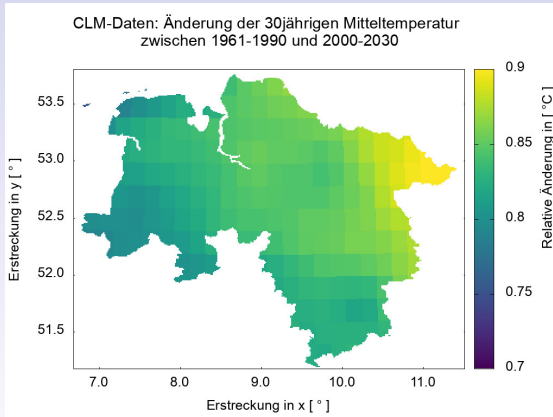
Appendix: Local models



Nesting of models for local forecast with various starting values [5], here Climate limited-area modelling

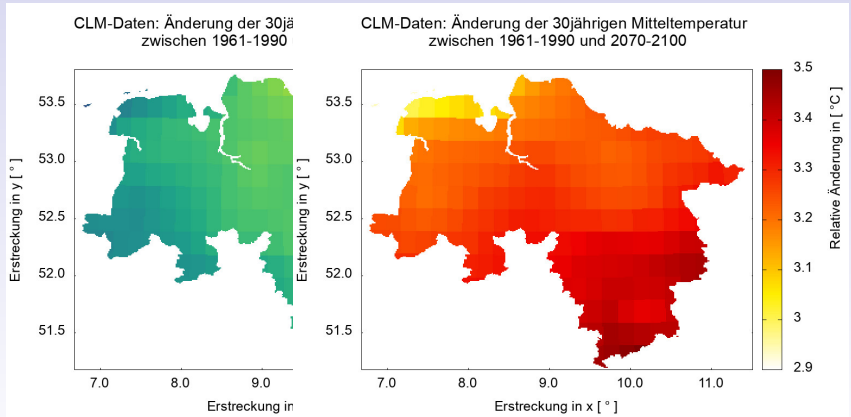


Appendix: Temperature AR4 (local)



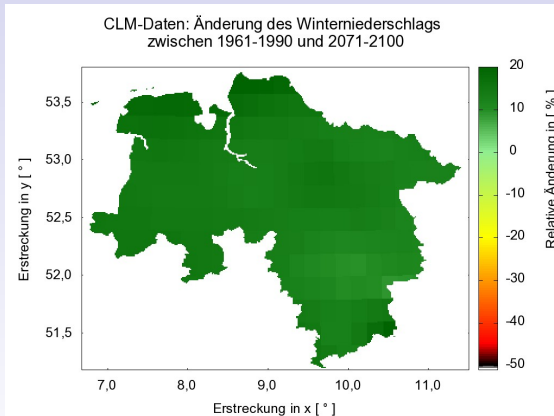
based on data from [5]

Appendix: Temperature AR4 (local)

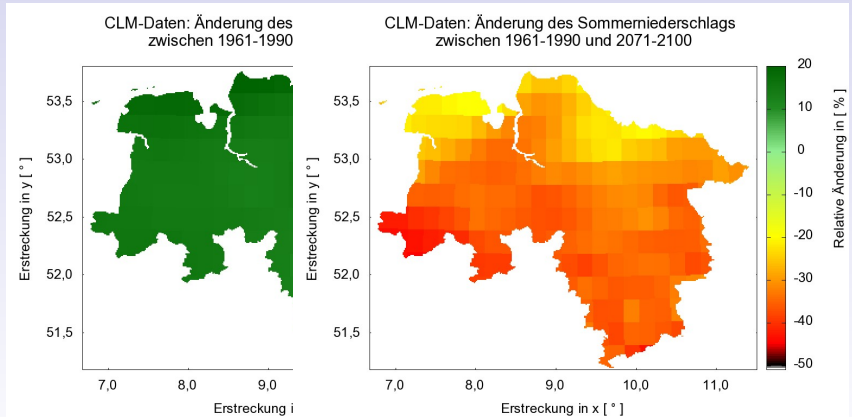


based on data from [5]

Precipitation AR4 (local)



Precipitation AR4 (local)



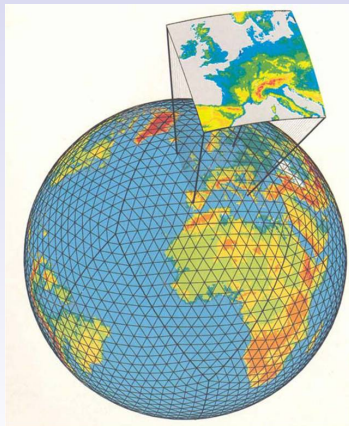
Inhalt

- 5 Appendix: IPCC report
- 6 Appendix: Numerical modelling details
- 7 Appendix: Basic equations

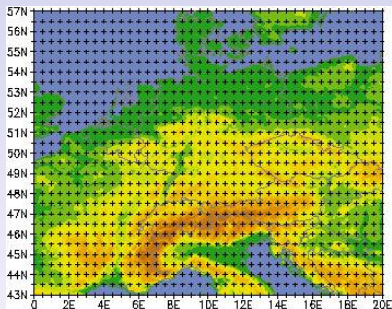
Numerical grid

Separation of the forecast region
by a three-dimensional numerical
grid

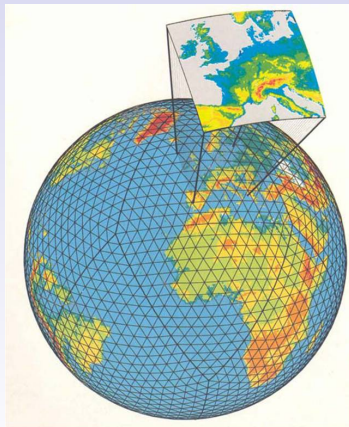
[10], [2]



Numerical grid



Separation of the forecast region
by a three-dimensional numerical
grid

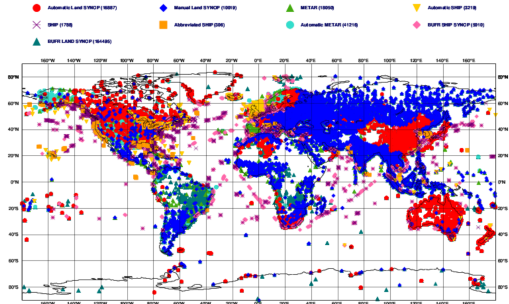


[10], [2]

Input data

Geographical coverage

ECMWF data coverage (all observations) - SYNOP-SHIP-METAR
2024070603 to 2024070609
Total number of obs = 260990



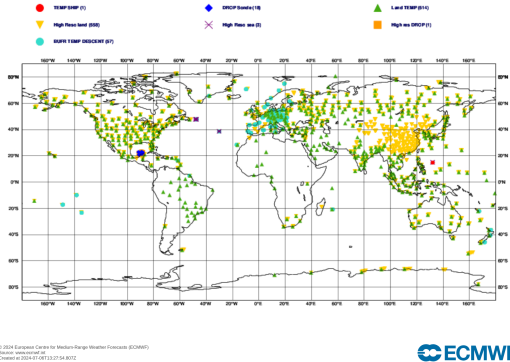
© 2024 European Centre for Medium-Range Weather Forecasts (ECMWF)
Source: view.ecmwf.eu
Created at 2024-07-08T13:24:10.698Z



Input data

Geographical coverage

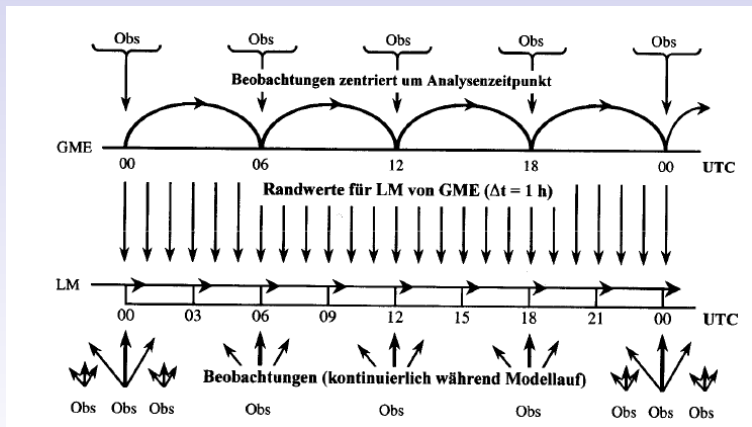
ECMWF data coverage (all observations) - RADIOSONDE
2024070521 to 2024070603
Total number of obs = 1152



Starting conditions

- Land use: e.g. city, water, field, forest
- Ground-near wind profile: logarithmic function
- Large-scale wind speed: different direction
- Meteorological data for the starting point from models greater grid resolution
 - Temperature
 - Pressure
 - Wind direction and speed
 - Humidity

Usage of starting conditions



[2]

Inhalt

- 5 Appendix: IPCC report
- 6 Appendix: Numerical modelling details
- 7 Appendix: Basic equations

- Die erste Gleichung ist die Erhaltungsgleichung für den Impuls, die Navier-Stokes-Gleichung.

$$\frac{\partial u_i}{\partial t} + u_k \frac{\partial u_i}{\partial x_k} = -\varepsilon_{ijk} f_j u_k - \frac{\partial \Phi}{\partial x_i} - \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x_i} + \frac{\mu}{\rho} \frac{\partial^2 u_i}{\partial x_k^2} \quad (1)$$

- Als Bilanzgleichung für die potentielle Temperatur dient der Erste Hauptsatz der Thermodynamik.

$$\frac{\partial \Theta}{\partial t} + u_k \frac{\partial \Theta}{\partial x_k} = P_\Theta \quad (2)$$

- Als weitere Gleichung dient die Bilanzgleichung für die spezifische Feuchte.

$$\frac{\partial s}{\partial t} + u_k \frac{\partial s}{\partial x_k} = P_s \quad (3)$$

- Die Kontinuitätsgleichung dient als Bilanzgleichung für die Masse.

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + u_k \frac{\partial \rho}{\partial x_k} = -\rho \frac{\partial u_k}{\partial x_k} \quad (4)$$