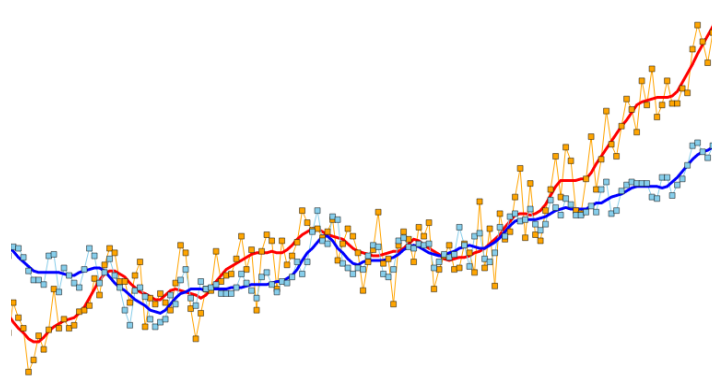


# Die Herausforderung durch den **Klimawandel** verstehen.



Horst Emse  
[www.klimaneutral-handeln.de](http://www.klimaneutral-handeln.de)

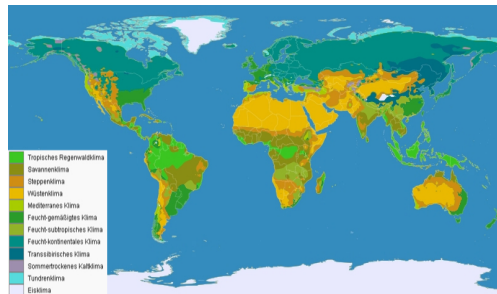
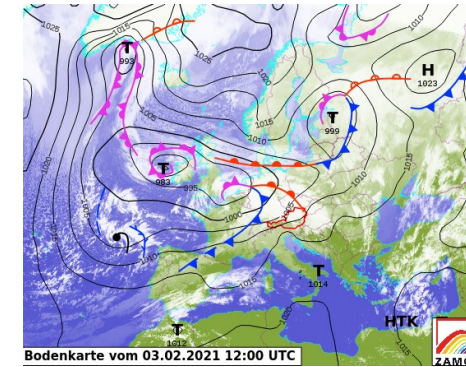
## Zur Kernaussage 1a-e

### Was eigentlich ist mit „Klima“ gemeint und wie wird ein „Klimawandel“ erkannt?

#### 1a Der Unterschied zwischen Wetter und Klima

Wenn vom **Wetter** die Rede ist, geht es um Aussagen zu **kurzfristigen**, lokal erlebbaren Auswirkungen des aktuellen, sehr komplexen Geschehens in der erdnahen Atmosphärenschicht. Die Verlässlichkeit von Wettervorhersagen ist auf Tage, höchstens auf ein, zwei Wochen beschränkt. Die Meteorologen sammeln großräumig örtlich **aktuelle** Daten zu Lufttemperatur, Luftdruck, Windgeschwindigkeit, Windrichtung, Luftfeuchte, Bewölkung, Niederschlag ... und berechnen daraus die Vorhersage, ob es **in den nächsten Tagen** kalt oder warm werden wird, regnerisch oder trocken, stürmisch oder windstill, ob ein Gewitter droht oder eine große Dürrezeit usw.

Temperaturunterschiede, die wir bei wechselndem **Wettergeschehen** sehr bewusst empfinden, Hitze im Sommer, Kälte im Winter, betragen **etliche Grade**. Die Aussage dagegen, morgen werde die Temperatur 1 Grad höher oder niedriger liegen als heute, ist ziemlich unbedeutend.



Wenn von **Klima** die Rede ist, geht es um eine **statistische Zusammenfassung von langfristigem Wettergeschehen** in einem Zeitraum **von 30 aufeinander folgenden Jahren**. Die weltweiten Auswertungen zeigen, dass es auf der Erde einige mehr oder weniger große, typische **Klimazonen** mit deutlich unterschiedlichem, langfristigem Wettergeschehen gibt. Der größte klimatische Unterschied besteht zwischen der tropischen Regenwaldzone um den Äquator herum und den zwei Eiszonen der Arktis und Antarktis.

Die nebenstehende Grafik (zur Vergrößerung **anklicken**) zeigt einen Überblick zu den Klimazonen.

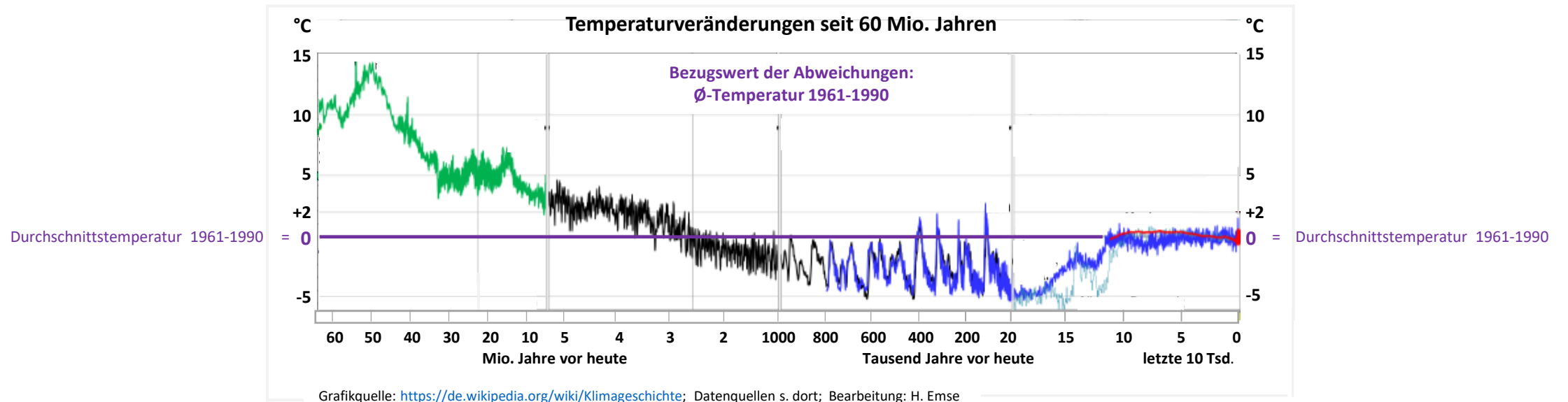
Die Grundlage für die Einstufung solcher Klimazonen sind Daten, die fortlaufend an sehr vielen, über die ganze Erde verteilten Messstationen erhoben worden sind. Aus ihnen werden für jeden Messpunkt **Mittelwerte** gebildet, zunächst die Durchschnittstemperatur eines Tages. Aus den Tageswerten wird dann jeweils ein örtlicher Jahresmittelwert errechnet und aus allen diesen wiederum ein Jahresmittelwert für einzelne Regionen bzw. den ganzen Globus. **Für die Beobachtung der Stabilität des globalen Klimas** sind wegen der vielfachen Durchschnittsbildung aus höchst unterschiedlichen, einzelnen Temperaturwerten über drei Jahrzehnte hinweg **bei der globalen Temperatur schon Änderungen von Zehntelgraden bedeutsam**.

## Zur Kernaussage 1a-e

### Was eigentlich ist mit „Klima“ gemeint und wie wird ein „Klimawandel“ erkannt?

#### 1b Langfristige Temperaturänderungen – der Indikator für eine Klimaveränderung

Die folgende Grafik zeigt die bestmöglich bestimmbaren **Veränderungen der berechneten globalen Durchschnittstemperaturen** auf der Erd-Oberfläche **innerhalb der letzten 60 Mio. Jahre**. Die Änderungen sind als **Abweichungen in Grad Celsius** von dem Niveau der globalen Durchschnittstemperatur der Jahre **1961-1990**.



Der grüne Abschnitt der Kurve macht deutlich, dass es zwischen 60 Mio. und 10 Mio. Jahren vor heute sehr viel wärmere bis heiße klimatische Verhältnisse auf der Erde gab, als wir sie kennen und zwischen 1 Mio. bis 12.000 Jahre vor heute viel kältere bis eisige Temperaturen.

In der Abbildung des Verlaufs von 60 Mio. Jahren auf weniger als 10 Zentimetern sieht es auf den ersten Blick so aus, als seien die Temperaturänderungen sehr schnell erfolgt. Tatsächlich aber waren es Vorgänge, die sich jeweils über Jahrhunderte und Jahrtausende erstreckten. Zudem liegen die Abweichungen von dem Bezugswert in den letzten 5 Mio. Jahren nur zwischen ca. +4 und -4 °C. Die beiden **Extremwerte** bedeuteten „**Heißzeit**“ und „**Eiszeit**“.

**Klimaänderungen geschehen durch Temperaturänderungen in Zehntelgraden sind sehr langsam.**

## Zur Kernaussage 1a-e

### Was eigentlich ist mit „Klima“ gemeint und wie wird ein „Klimawandel“ erkannt?

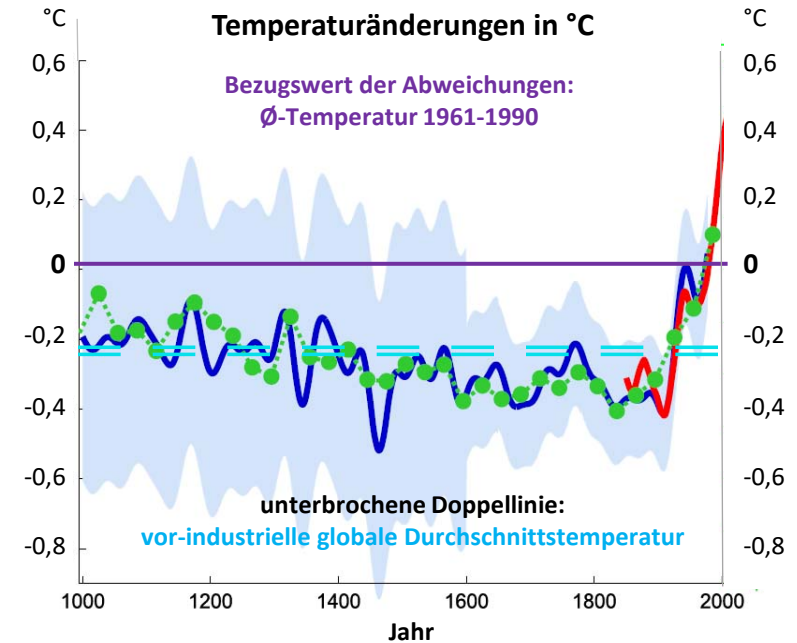
#### 1c Langfristige Temperaturänderungen – der Indikator für eine Klimaveränderung

Die **Grafik rechts** ist gleichsam ein Ausschnitt aus der vorherigen Grafik, bezogen auf deren letzten Millimeter rechts, d. h. die letzten 1000 Jahre vor dem Jahr 2000. Auch sind die in der betrachteten Zeit geschehenen **Veränderungen der globalen Durchschnittstemperatur als Abweichung in Grad Celsius von dem Niveau der globalen Durchschnittstemperatur der Jahre 1960-1990**.

In der Klimawissenschaft erfolgt die **Angabe des Temperaturanstiegs seit der vorindustriellen Zeit immer als Abweichung von einem Bezugswert, dem Durchschnittswert einer gewählten (zumeist 30-jährigen) Basisperiode**, die immer in Bezug steht zum vorindustriellen Temperaturniveau. Der Grund dafür ist, dass die Veränderungen der *globalen* Temperatur sich wesentlich präziser messen lassen (auf ein Zehntelgrad genau) als ihr Absolutwert (der nur auf rund ein Grad genau bekannt ist). (Nähere Erläuterung [hier](#))

Das [globale vorindustrielle Temperaturniveau](#) ist der notwendige Bezugswert dafür, dass angegeben werden kann, wie weit die globale Erwärmung seit 1860/70 schon fortgeschritten ist bzw. wie nah sie schon der 1,5 °C oder 2 °C-Grenze gekommen ist. Die Bestimmung *dieses* Bezugswerts ist zuletzt 1999 vorgenommen worden. Das globale vorindustrielle Temperaturniveau wird seitdem mit  $14 \pm 0,5$  °C beziffert. Es ist 1999 abgeleitet worden von dem zunächst bestimmten Durchschnitt der globalen Temperatur in der Klimaperiode 1961-1990, von der dann die schon gemessenen Temperaturabweichungen der Jahre seit Beginn der Industrialisierung abgezogen wurden.

Je aktueller die letzte Temperaturabweichung angezeigt wird, desto weiter wird die *senkrechte Grad-Skala mit der Null als Bezugswert nach oben* geschoben, um die Skala nicht zu lang werden zu lassen. Die Abfolge der Temperaturabweichungen verändert sich dadurch nicht; die Verbindung zum Bezugswert aus 1961-1990 bleibt erhalten.



Grafik: [Klaus Bittermann](#), leichte Bearbeitung durch H. Emse

Verlauf der grünen Punkte:

Je 30-jährige Mittelwerte der Temperaturen *über den Kontinenten*, flächengewichtet, gemäß PAGES 2K-Studie (2015)

Rote Kurve:

30-jährige globale Temperatur-Mittelwerte *über Land und Ozeanen*, gemäß HadCRUT4 Messdaten ab 1850

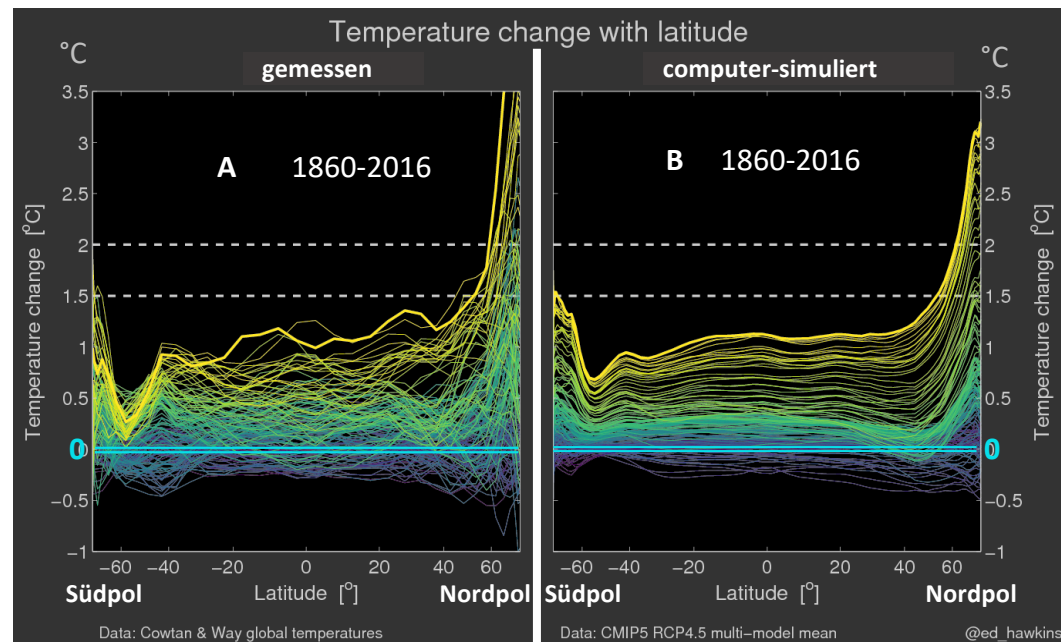
Die dunkelblaue Kurve ist nur noch von historischer Bedeutung

## Zur Kernaussage 1a-e

### Was eigentlich ist mit „Klima“ gemeint und wie wird ein „Klimawandel“ erkannt?

#### 1d Jährliche Temperaturveränderungen an unterschiedlichen geographischen Breiten zwischen Süd- und Nordpol

In welchem unterschiedlichem Ausmaß **regionale Temperaturveränderungen** hinter der Entwicklung der globalen Durchschnittstemperatur stecken, zeigt die folgende Grafik von Ed Hawkins in zeitlicher Entwicklung, besonders deutlich in der animierten Form:



Grafikquelle: <http://blogs.reading.ac.uk/climate-lab-book/files/2017/05/zmALL.gif>;

Autor: Ed Hawkins; Bearbeitung: Horst Emse

Die waagerechte Skala („Latitude“) unten in Teil A und B benennt jeweils vom **Südpol** (links,  $-60^\circ$ ) bis zum **Nordpol** (rechts,  $+60^\circ$ ) die entsprechenden geographischen Breitengrade. Die gerade **türkisfarbene Linie** ist der oben unter Punkt 1b genannte **Bezugswert (Nulllinie)** der vorindustriellen globalen Temperatur. Auf den senkrechten Skalen sind Abweichungen von der Nulllinie in jeweils  $1/2^\circ\text{C}$ -Schritten markiert. Die unregelmäßigen Linien verbinden jeweils die Punkte der Jahresdurchschnittswerte an den unterschiedlichen Breitengraden (in rechts nach links vom Südpol bis zum Nordpol, die unterste mit 1860 beginnend bis 2016 oben).

Die [animierte Grafik](#) zeigt die **Jahre 1860-2016 nacheinander**.

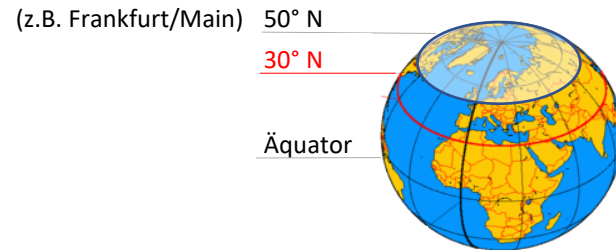
Die **Daten des Teils A** der Grafik präsentieren aufgezeichnete direkte **Messdaten** solche, die durch wissenschaftliche Analyse von Baumringen, Fluss-Sedimenten, Luftpartikeln (die im Eis – in Gletschern, in der Arktis oder Antarktis – eingeschlossen waren) u. ä. stammen. Die Temperaturwerte des **Grafikteils B** stammen aus einer **Computersimulation** der Klimaforscher, ähnlich erstellt wie moderne Wettervorhersagen und bei Annahme einer global gemäßigten  $\text{CO}_2$ -Emission. Es zeigt sich, dass der Verlauf der Kurven in B das tatsächlich Geschehene (Teil A) sehr gut abbilden.

## Zur Kernaussage 1a-e

### Was eigentlich ist mit „Klima“ gemeint und wie wird ein „Klimawandel“ erkannt?

#### 1e Jährliche Temperaturveränderungen an unterschiedlichen geographischen Breiten

Die Daten, die in der Grafik verarbeitet wurden, zeigen eindeutig bei A und B für alle Punkte der Erde einen Anstieg der durchschnittlichen Jahrestemperaturen an. Sie veranschaulicht zudem, dass das Ausmaß der Erwärmung **auf der nördlichen Halbkugel deutlich stärker** ausfällt als auf der südlichen, besonders stark bis extrem von 50° nördlicher Breite bis an den Nordpol.



In der [Animation](#) wird die Computersimulation in Teil B2 bis 2050 und noch weiter fortgesetzt. Da sie von 1860-2016 das tatsächliche Geschehen mit sehr weitgehender Übereinstimmung abgebildet hat (vgl. S. 6 zu A), kann und muss man davon ausgehen, dass die tatsächliche Entwicklung von 2017-2050 – bei einem zugrunde gelegten „Weiter so wie bisher“ – wirklich so oder ähnlich erfolgen wird, wie in der Grafik dargestellt.

