



**Was ist Klima?**

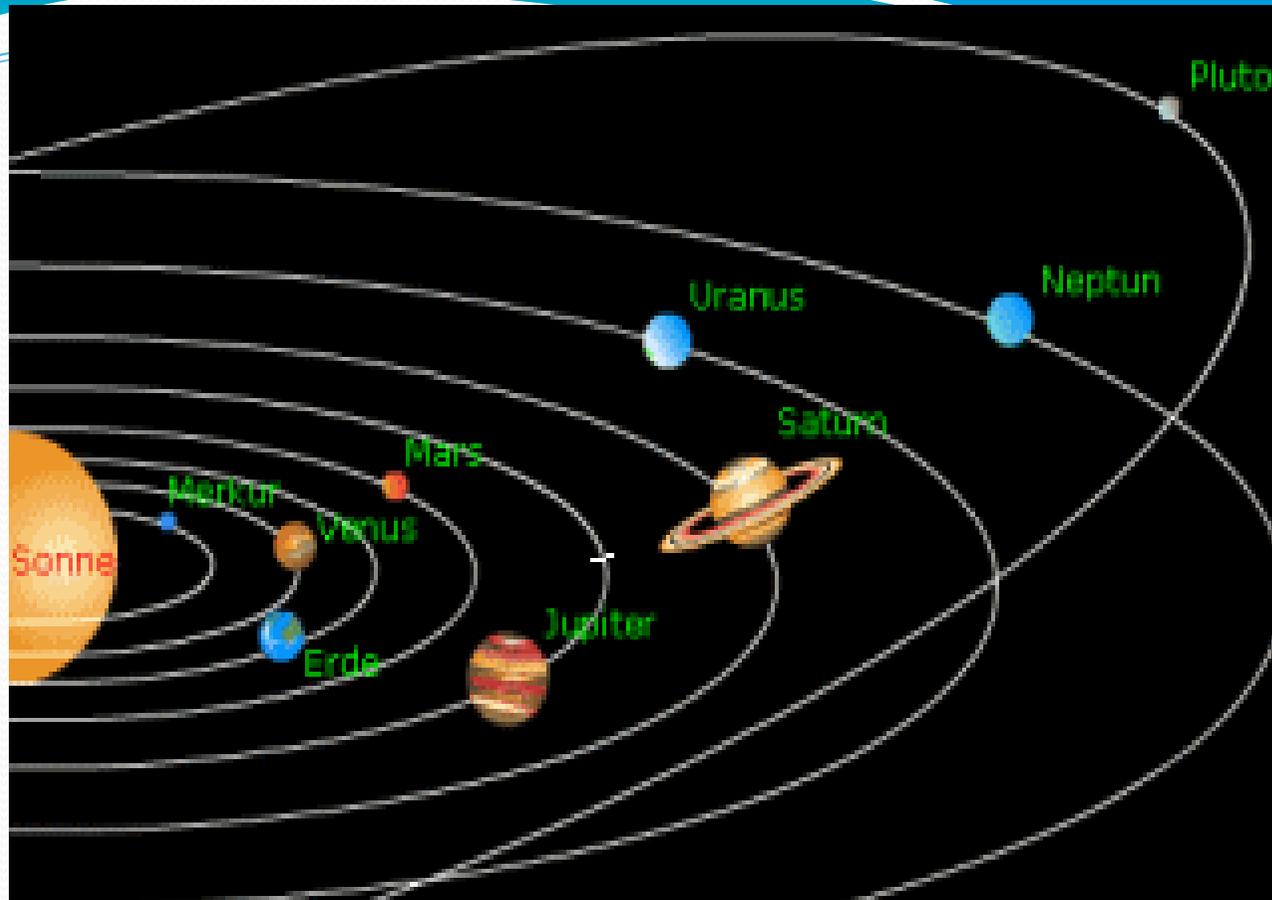
**Geschichtlicher Rückblick**

**Der IPCC**

**Einfluss von Mensch und Natur auf das Klima**



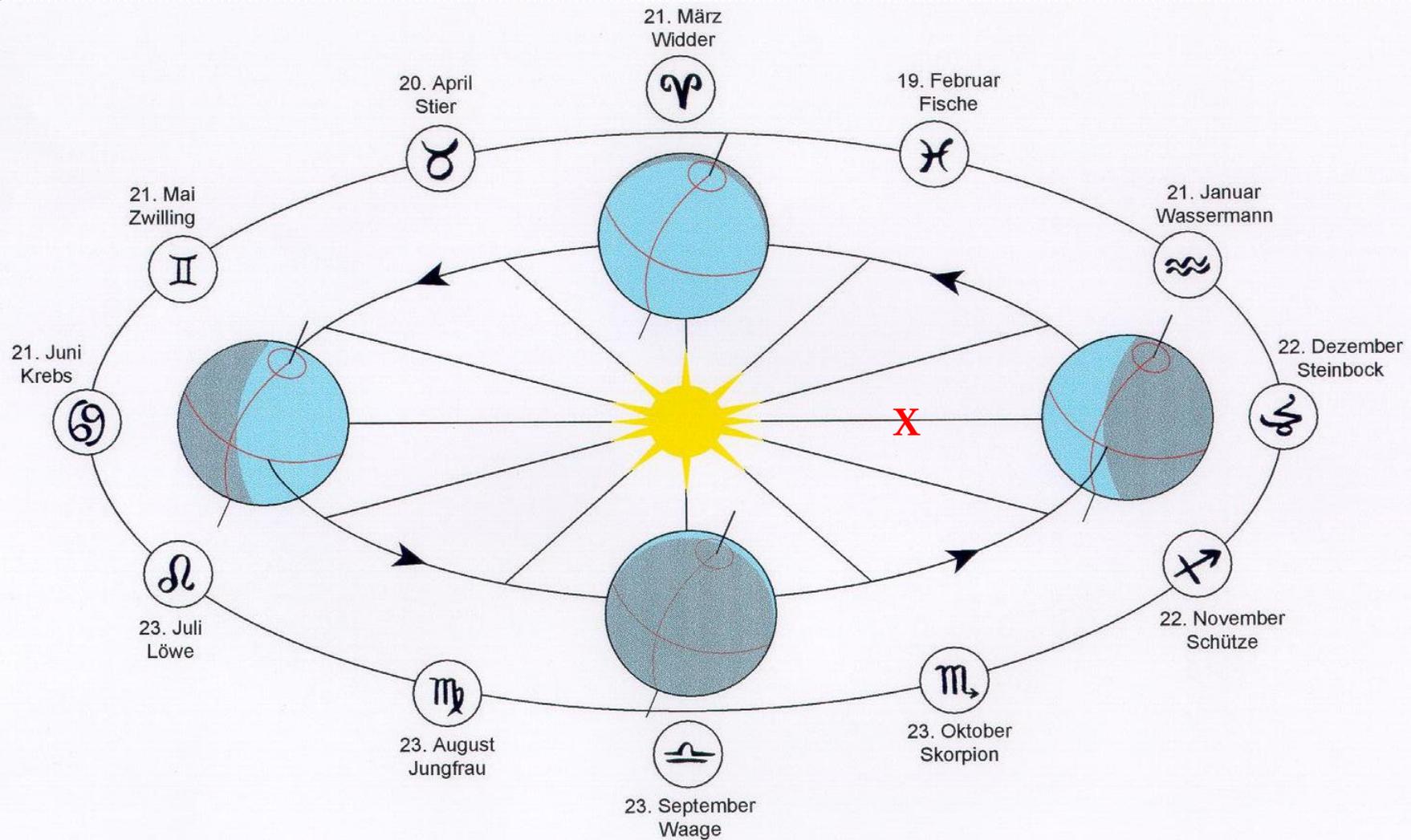
Das Klima beschreibt die verschiedenen Wetterbedingungen , die über einen längeren Zeitraum von mehreren Jahrzehnten hinweg herrschen. Das Wetter selbst ist immer nur auf wenige Tage bezogen: Es ist der kurzzeitige Zustand der Atmosphäre an einem bestimmten Ort und wird von der Sonne im Zusammenspiel mit Wind und Wolken bestimmt.



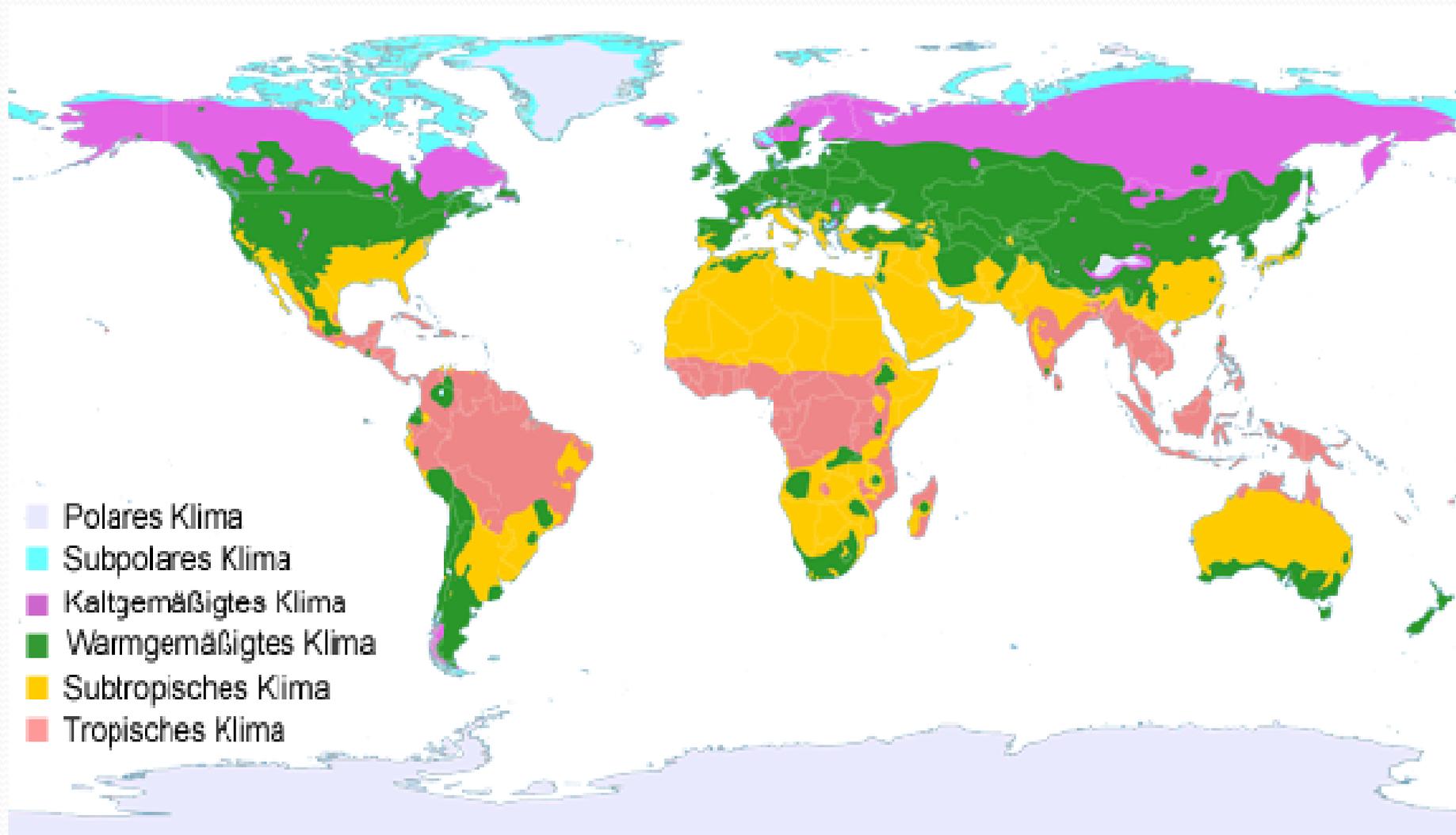
Die Ekliptik-Ebene ist bei allen Planeten ungefähr die Gleiche wie die der Erde, nur Pluto weicht ca.  $20^\circ$  von der Ekliptik ab.

Der Asteroidengürtel liegt zwischen Mars und Jupiter (dieser hat mit dem Zodiakallicht nichts zu tun).

Allerdings gibt es im Weltraum jede Menge interstellaren Staub und dieser streut das Licht, welches von der Sonne in Richtung Erde gelangt (diese Streuung sieht man vor und nach der astronomischen Dämmerung).

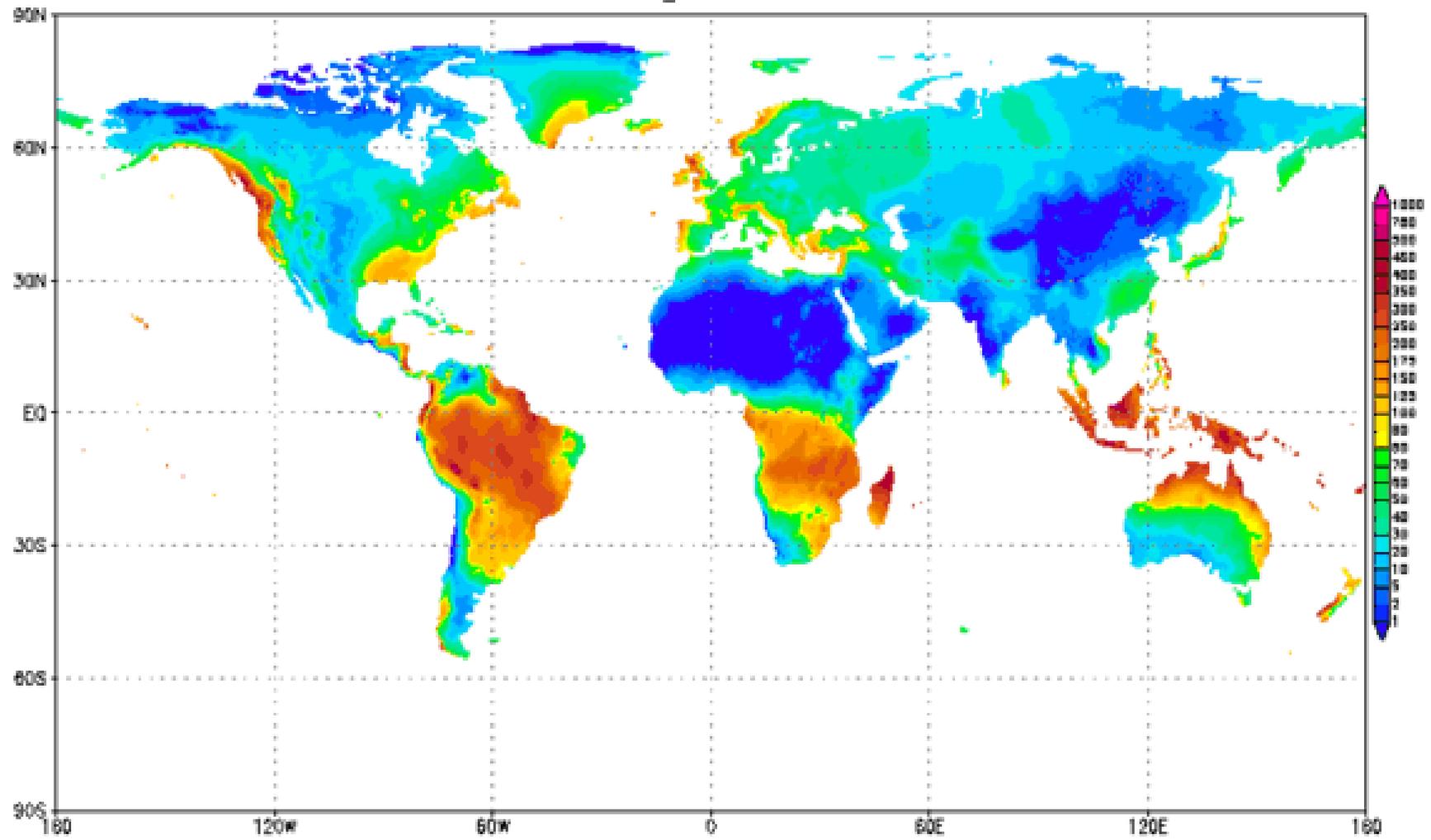


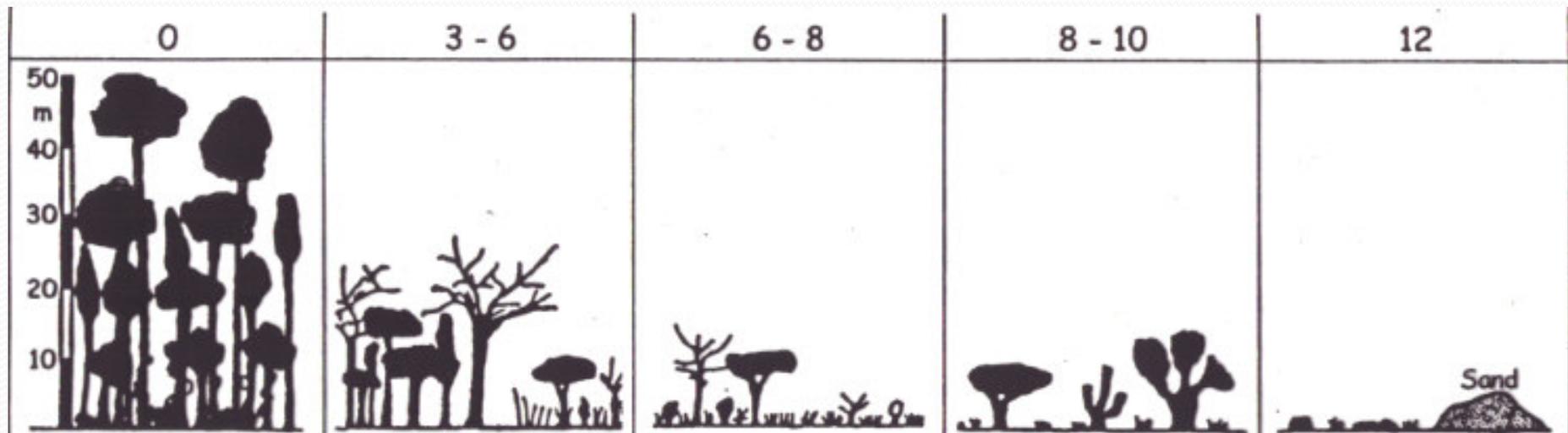
Wetter und Klima können sich auf der Erde erst abspielen durch die Existenz der Erdatmosphäre, die die Erde wie eine Hülle umgibt und die Bewegungen der Erde mitvollzieht. Sie besteht aus verschiedenen Gasen, vor allem aus Stickstoff (78%) und Sauerstoff (21%) sowie 1% Edelgasen und CO<sub>2</sub>



- Polares Klima
- Subpolares Klima
- Kaltgemäßigtes Klima
- Warmgemäßigtes Klima
- Subtropisches Klima
- Tropisches Klima

## Mittlerer Niederschlag 1961–90 in mm : JAN

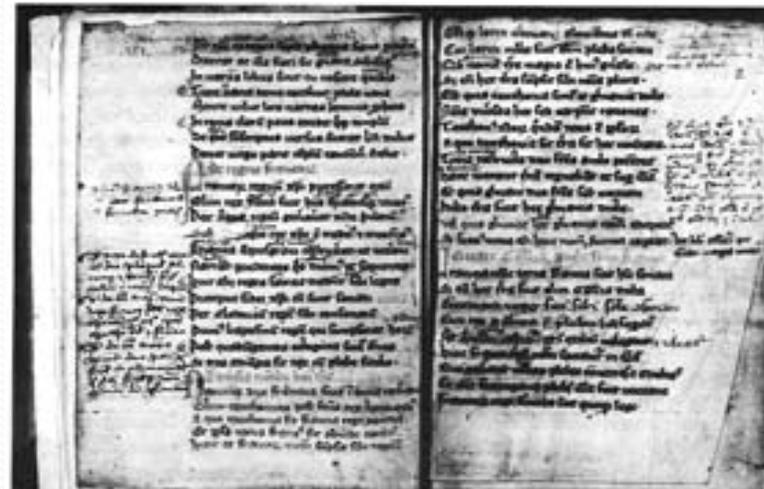




In Chroniken oder Witterungstagebüchern finden sich zahlreiche Vermerke über die Wetterbedingungen der jeweiligen Zeit. Auch Tagebücher und Briefe können hinzugezogen werden.. Hinweise über das Wetter, beispielsweise wenn über Ernteauffälle oder Preissteigerungen berichtet wird.

Beispiel einer Chronik. Quelle: Heinz Alfred Gemeinhardt,

Die Belagerung Reutlingens an Pfingsten 1247, in: Reutlinger  
Geschichtsblätter NF 36 (1997), S. 189-220, Abb. S. 200.



Seit wann Wetteraufzeichnung?

In Deutschland seit 1881 gibt es Mittelwerte der Temperatur an nur wenigen Orten.  
In den Niederlanden (de Bilt) seit 1700.

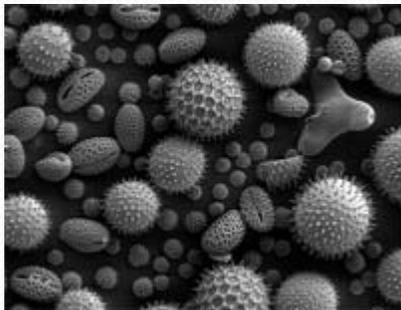
## Wie erfahren wir heute über die Klimaänderungen?



Foto: Arnoldius, Quelle: Wikipedia, CC-by-sa-2.5.  
die Untersuchung der Jahresringe von Bäumen = Dendrochronologie



Foto: Centre for Ice and Climate, Niels Bohr Institute.  
• die Untersuchung auf Eis (auf seine Zusammensetzung  
• und darin enthaltene Gase) sowie



Pollenkörper verschiedener Pflanzen.  
Foto: Dartmouth Electron Microscope Facility, Dartmouth College  
, Quelle: Wikipedia.

## **Geschichte des Klimas bis 1500**

Vor 4,6 Milliarden Jahren, betrug die Bodentemperatur 180 Grad Celsius. Wasser gab es noch nicht und die Atmosphäre bildete sich später heraus.

Vor 4 Milliarden Jahren sank die Temperatur unter 100 Grad Celsius.

Vor 2,3 Milliarden Jahren gab es die erste Eiszeit.

Eiszeit: die Zeit, in der einer oder beide Pole der Erde vereist sind. In der überwiegenden Zeit waren die Pole nicht vereist.

Innerhalb der Eiszeiten wechselten sich Warm- und Kaltzeiten ab.

Seit 2,6 Millionen Jahren herrscht die jüngste Eiszeit innerhalb derer wir zur Zeit in einer Warmzeit leben.



Das „Optimum der Römerzeit“ : ist heute bekannt:  
Ein anzunehmenden Zusammenhang zwischen der Blüte der Stadt Rom  
und den zu dieser Zeit milden klimatischen Bedingungen hingewiesen.  
(218 vor Christus: Hannibal überquerte mit Elefanten die Alpen)

„Pessimum der Völkerwanderungszeit“

Eine Verbindung vielfältiger Völkerwanderungen  
zwischen dem vierten und sechsten Jahrhundert nach Christus  
kann mit den damaligen schlechten klimatischen Bedingungen  
angenommen werden.

Im sechsten Jahrhundert nach Christus war es in Europa meist bitterkalt.  
Die Folge war tausendfacher Hungertod, durch den die Bevölkerungszahlen  
in Europas schließlich auf ein nie mehr erreichtes Tief sanken.  
Die Landwirtschaft ging weiter zurück, Siedlungen wurden aufgegeben  
die Menschen mussten sich gegen Wölfe schützen, denen es in  
Russland zu kalt geworden war



Es ist bei Wissenschaftlern umstritten, ob man in den späteren Jahrhunderten des Mittelalters von einer „Mittelalterlichen Warmzeit“ sprechen kann.

Erik der Rote Thorvaldsson

(wegen seiner roten Haare und des Blutes an seinen Händen so genannt)  
gründete die erste skandinavische Siedlung auf Grönland („Grünes Land“)  
(heute ist Grönland noch zu 80% mit Eis bedeckt)

Die Hungersnöte in Europa wurden seltener und es gab ein anhaltendes Bevölkerungswachstum.

Wein wurde sogar in Schottland angebaut.

Im 14. Jahrhundert – zur Zeit der Pestepidemien in Europa – waren die Temperaturen extrem niedrig.

Es kam wieder zu großen Hungersnöten.

Das Getreide verfaulte, der gesamte Wein erfror.

Die Menschen ernährten sich auch von Hunden und Pferden.



Klimatische Schwankungen fanden während des Mittelalters statt:  
Aus dem heutigen Baden-Württemberg ist bekannt, dass zu  
Weihnachten 1289 die Bäume bereits ausschlugen und  
über das Jahr 1220 weiß man, dass im Februar reife Erdbeeren geerntet  
werden konnten

Vom 15. bis ins 19. Jahrhundert hinein fand eine Klimaschwankung statt,  
die als „Kleine Eiszeit“ bezeichnet wird.  
Sie wirkte sich weltweit auf das Klima aus, wenn auch je nach Zeit und Region  
unterschiedlich stark.



## Das 16. Jahrhundert

Schon zu Beginn der Kleinen Eiszeit waren die Winter so kalt, dass es zu bitteren Hungersnöten kam. Im heutigen Baden-Württemberg führte die Not in Verbindung mit wirtschaftlichen Repressionen zu sozialen Unruhen.

Unter dem Schimpfwort des Adels: „Armer Konrad“ schlossen sich Bauernbünde zusammen und erhoben sich gegen Herzog Ulrich von Württemberg. Sie wurden durch die regulären Truppen geschlagen.

Zehn Jahre später wurde die Unzufriedenheit Grund für den Deutschen Bauernkrieg. Dieser wurde ebenfalls niedergeschlagen.



Bewaffnete Bauern um 1525, Holzschnitt von Froschauer.  
Foto: Robert Bothner, Quelle: Landesmedienzentrum Baden-Württemberg.  
Auch ein Zusammenhang zwischen den schlechten klimatischen Bedingungen  
und der sich im 16. Jahrhundert ausbreitenden Hexenverfolgung  
scheint plausibel. Hexen wurden nämlich häufig für schlechtes Wetter  
verantwortlich gemacht. So schrieb Martin Luther 1518:



## Das 17. Jahrhundert

Geschichtlich war das 17. Jahrhundert vor allem durch den 30-jährigen Krieg und bittere Not geprägt.,

Nur jeder Achte überlebte den Krieg und es gab zahlreiche Krüppel.

Ab 1621 führten klimatische Bedingungen zu einer Verschärfung der Situation: Kälte und zu starke Niederschläge sorgten ganze acht Jahre lang für Missernten. Extreme Teuerungen waren die Folge.

viele Menschen konnten sich Nahrung nicht leisten und starben den Hungertod.

Nach Beendigung des 30-jährigen Krieges in der zweiten Hälfte des 17. Jahrhunderts sorgten militärische Zusammenstöße mit französischen Truppen sowie klimatisch bedingte Missernten sorgten auch weiterhin für große Not.



## Das 18. Jahrhundert

Im 18. Jahrhundert nahm die Abhängigkeit der Bevölkerung von Wetter und Klima deutlich ab.

Grund dafür war die Agrarrevolution: Deiche und Bewässerungssysteme wurden ausgebaut, Ödland nutzbar gemacht und bereits genutzte Gebiete wurden zunehmend gedüngt.

Damit erfolgte eine enorme Produktivitätssteigerung.

„Hungerkrisen wurden nun als Folge von Missmanagement verstanden“, folgert der Historiker Wolfgang Behringer.



## Das 19. Jahrhundert

Seit der Mitte des 19. Jahrhunderts gibt es ein relativ dichtes Netz von Wetteraufzeichnungen

Kälte und Missernten der „Kleinen Eiszeit“ zogen sich noch bis ins 19. Jahrhundert hin. Im Jahre 1816 beispielsweise kam es im heutigen Baden-Württemberg zu so verheerenden Missernten, dass Hunde und Katzen verspeist werden mussten.

Um die Situation der Landwirte zu entschärfen, gründete Friedrich Wilhelm Raiffeisen Vereine zu ihrer Unterstützung. Die Urform der Raiffeisenbank entstand.



Das Klima des 19. Jahrhunderts wurde von zwei Ereignissen besonders beeinflusst.

In Indonesien gab es die Ausbrüche der Vulkane Tambora 1815 und des Krakatau 1883.

Der Ausbruch des Tambora war der stärkste seit Menschengedenken. Seit mindestens 22.500 Jahren war kein Vulkan mehr mit einer solchen Wucht explodiert. Der Ausbruch hatte den Tod von mindestens 71.000 Menschen und weltweiten Klimaveränderungen zur Folge.

In Nordamerika und Europa war das Jahr 1816 das „Jahr ohne Sommer“.



1878 gab es noch einmal einen Vulkanausbruch in Indonesien  
Der Krakatau explodierte mit einer ca. 10.000-fachen Wucht der  
Hiroshima-Bombe.

Die großen Mengen Asche, die in die Atmosphäre geschleudert wurde  
Eine Absenkung der weltweiten Durchschnittstemperatur  
um 0,5 Grad Celsius wurde dadurch verursacht.

Der Krakatau hatte sich durch die Explosion damals selbst zerstört.  
Heute bildet sich an seiner Stelle ein Tochtervulkan: Anak Krakatau.

Im 19. Jahrhundert zeigte die **Industrialisierung** ihre Wirkung.  
Die globale Erwärmung kann damit auf das Ende des 19. Jahrhunderts  
datiert werden.

Ein neues Problem wurde die Luftverschmutzung von Großstädten.



# IPCC

Die Forschungen zur Klimaveränderung werden vom sogenannten **Weltklimarat**, dem IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) zusammengefasst.

Der IPCC wurde vom Umweltprogramm der Vereinten Nationen und der Weltorganisation für Meteorologie gegründet.

Er selbst forscht nicht, sondern hat die Aufgabe, den Stand der Wissenschaft zusammenzufassen, damit sich die Politik daran orientieren kann.



# IPCC

Wer finanziert der IPCC?

Der IPCC wird von den Mitgliedsstaaten und –organisationen freiwillig finanziert.

Das Jahresbudget für die Arbeit des IPCC beläuft sich zurzeit laut GEO auf etwa fünf Millionen Euro.

Darüber hinaus tragen UNEP (Umweltprogramm der Vereinten Nationen) und WMO (World Meteorological Organisation) laut Wikipedia zur Finanzierung des IPCC-Sekretariats bei.(18.03.2023)

Ein Klimamodell simuliert das Klimasystem mit unterschiedlichen Komponenten: Ozean, Atmosphäre, Land, Meereis.



# IPCC

Laut IPCC waren die Durchschnittstemperaturen auf der Nordhalbkugel in den letzten 50 Jahren sehr wahrscheinlich höher als in den letzten 500 Jahren und wahrscheinlich sogar höher als in den letzten 1300 Jahren.

Grund für die starke Temperaturzunahme ist in erster Linie das vom Menschen ausgehende Verbrennen von Benzin, Öl und Gas, wodurch sich der Kohlenstoffdioxidgehalt in der Atmosphäre ständig erhöht.

Aufgrund dieses Verhaltens könnte die Durchschnittstemperatur bis 2100 um bis zu 6,4 Grad Celsius ansteigen.

Bis zu 30 Prozent aller lebenden Tier- und Pflanzenarten wären dann vom Aussterben bedroht, Millionen Menschen würden unter dem Anstieg des Meeresspiegels, unter Wassermangel und weiteren Auswirkungen des Klimawandels leiden.



Hilft das Pariser Abkommen?

196 Staaten einigten sich 2015 in Paris auf einen Vertrag, der den Klimawandel aufhalten soll. Laut Vertrag soll die Erderwärmung auf deutlich unter zwei Grad im Vergleich zur vorindustriellen Zeit begrenzt werden

Seit 2016 gilt die Agenda 2030, in der sich die Weltgemeinschaft 17 Ziele für eine sozial, ökologisch und ökonomisch nachhaltige Entwicklung gesetzt hat. Bis 2030 sollen die sogenannten Sustainable Development Goals, kurz: SDGs, erreicht sein. Was sind die Ziele?



# IPCC

1. Die Regierungen müssen jetzt handeln, um das 1,5-Grad-Ziel noch zu erreichen, so der Appell des IPCC bei der Vorstellung des Abschlussberichts 2023

Der Synthesereport „Climate Change 2023“ des Sechsten Sachstandsberichts der IPCC wurde am 20. März 2023 auf einer Pressekonferenz im schweizerischen Interlaken vorgestellt. Am Abschlussbericht haben 93 Wissenschaftler:innen mitgewirkt, zwei davon aus Deutschland. Er bündelt die Erkenntnisse der letzten Jahre zum Klimawandel und ist eine Zusammenfassung der sechs Berichte, die seit 2018 erschienen sind.

Findet hier nicht ein sofortiges weltweites Umdenken und entschlossenes Handeln statt, wird die Erde sich bereits in den 2030er-Jahren um 1,5 Grad erwärmt haben. Aktuell liegt die Erwärmung bereits bei 1,1 Grad. Dies führt schon jetzt zu immer häufigeren und intensiveren Extremwetterereignissen, die immer gefährlichere Auswirkungen auf die Natur und den Menschen in allen Regionen der Welt haben.

## Was kann der Mensch beeinflussen?

- 40 % mehr Emissionen durch Kreuzfahrtschiffe:  
280 Kreuzfahrtschiffe legten im vergangenen Jahr in Hamburg an  
die Emissionen genauso viel wie alle in HH zugelassenen Autos
- Windkraftanlagen werden mit viel Energie produziert, transportiert  
und nach gewisser Zeit der Abnutzung wiederverwertet (bei hohem Energie-  
aufwand und das Recycling der einzelnen Komponenten ist heute noch  
sehr kompliziert)
- Kohle aus Südamerika für unsere Kohlekraftwerke: wie viel Emissionen  
über dem Atlantik durch den Transport...
- Die damalige Abwrackprämie: Autos fahren in Afrika weiter...

## Was kann der Mensch beeinflussen?

- 130 km/h auf Autobahnen (wie in den meisten europäischen Ländern)
- Südfrüchte aus vielen Regionen der Erde werden per Flugzeug transportiert...
- LNG-Terminals werden mit Frackinggas befüllt... (wie viel Emissionen durch den Transport über den Atlantik? )
- Silvesterfeuerwerk...???
- Mehrweg statt Einweg (Plastikmüll vermeiden)
- Verpackung wird uns durch die Versandhändler bzw. Industrie vorgegeben
- Holzöfen und Kamine sind wahre Umweltschädiger, deshalb gibt es ein neues Gesetz (für ca, 40 Mio Haushalte bindend)



Das Bundesemissionsschutzgesetz gilt nicht nur für Neueigentümer:

Kaminöfen für Holz oder Kohle, Kachelöfen, Herde und offene Kamine müssen oder mussten mit Partikelfiltern nachgerüstet werden.

Öfen der Baujahre bis 31.12.1994 (siehe Typenschild) hätten bereits bis Ende 2020 nachgerüstet oder aus dem Betrieb genommen werden.

Öfen der Baujahre 1.1.1995 bis 21.3.2010 müssen bis Ende 2024 nachgerüstet oder stillgelegt werden.



## **Was kann der Mensch nicht beeinflussen?**

- Neigung der Erdachse (oder doch? : Dreischluchtenstaudamm in China)
- Kontinentaldrift

## Erdmagnetismus

Vor ca. 42000 Jahren gab es die letzte vollständige Umpolung des Erdmagnetfeldes (wird als Laschamps-Ereignis bezeichnet)  
Nordpol und Südpol werden innerhalb 500 Jahren.

Durch Analyse von Kauri-Bäumen in Neuseeland wies ein internationales Forscherteam mit Forschern des Deutschen Geo-Forschungszentrums, des Alfred Wegener-Instituts und des Helmholtz-Zentrums für Polar- und Meeresforschung das Ereignis (ebenfalls mit Sedimentbohrkernen 2013 aus dem Schwarzen Meer) nach. Es wurde die Radiocarbonanalyse genutzt.

Der Schutzschild vor kosmischer Strahlung geht z. T. verloren und das hat Einfluss auf die Erdatmosphäre, den Rückgang des Ozons und das Klima (Untersuchungen laufen).

Das Erdmagnetfeld schwächelt seit rund 200 Jahren (9% geringer und über dem Südatlantik 30% geringer)

## Sonnenaktivität

Seit ca. 11000 Jahren hat die Sonnenaktivität zugenommen.

Die letzten 30 Jahre wurde eine Änderung der Sonnenaktivität um  $0,017 \text{ W/m}^2$  pro Jahrzehnt festgestellt.

Erhöhte Sonnenaktivität kann weniger Wolken verursachen und damit wird eine höhere solare Erwärmung einhergehen.



## Vulkanismus

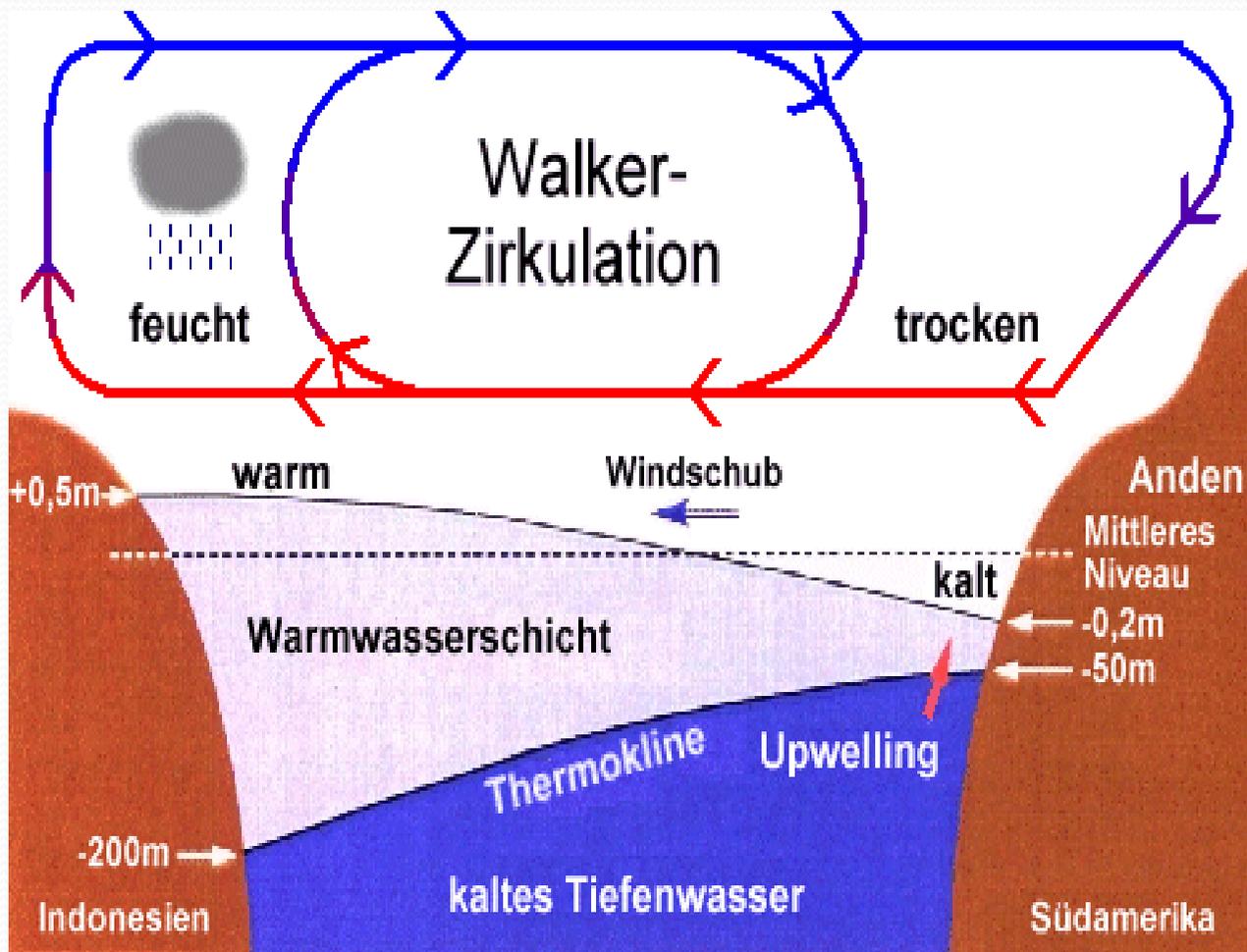


Etwa 20 km vom Vesuv entfernt befindet sich ein Supervulkan, dessen Ausbruch eventuell knapp bevorsteht (im April gab es ca. 600 Erdbeben)  
Die Folge: Gleiches wie beim Ausbruch des Krakatau sowie Tsunami im Mittelmeer

## ENSO = EL NIÑO SOUTHERN OSCILLATION

### Normale Wetterlage

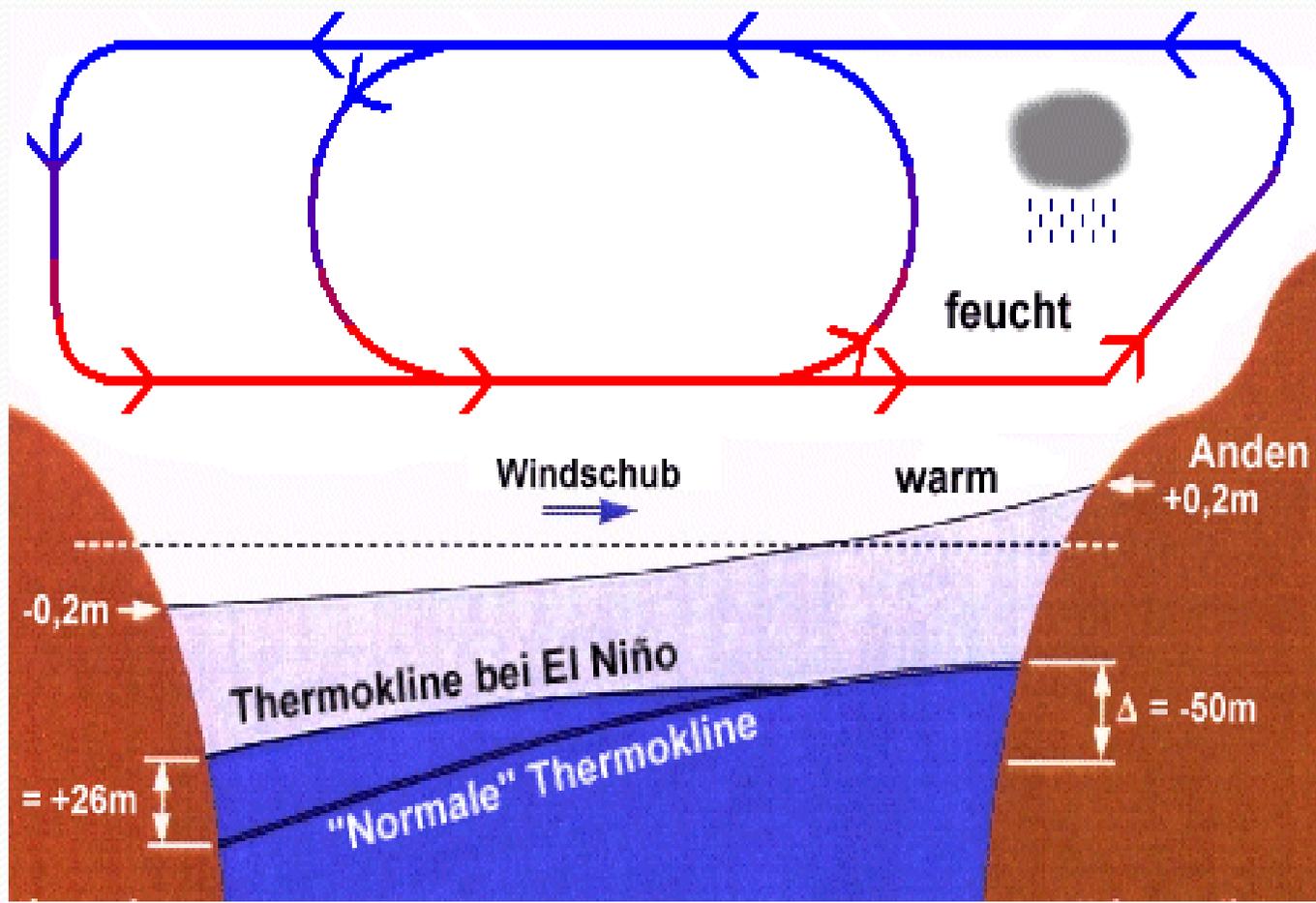




# El Niño Wetterlage



Infolge der ausbleibenden nährstoffreichen Auftriebsströmung weichen die Fische in andere Gewässer aus





El Niño heißt das Christkind, da das Phänomen alle 4 Jahre ( 2 – 7 Jahre) um die Weihnachtzeit auftritt.

Der sonst übliche Fischreichtum vor der Küste Perus bleibt aus.  
(Guano-Abbau geht zurück)  
Das normal kalte Oberflächenwasser ist dann warm.

Es ist nachgewiesen, dass El Niño bereits seit 2000 Jahren auftritt.

Auswirkungen:

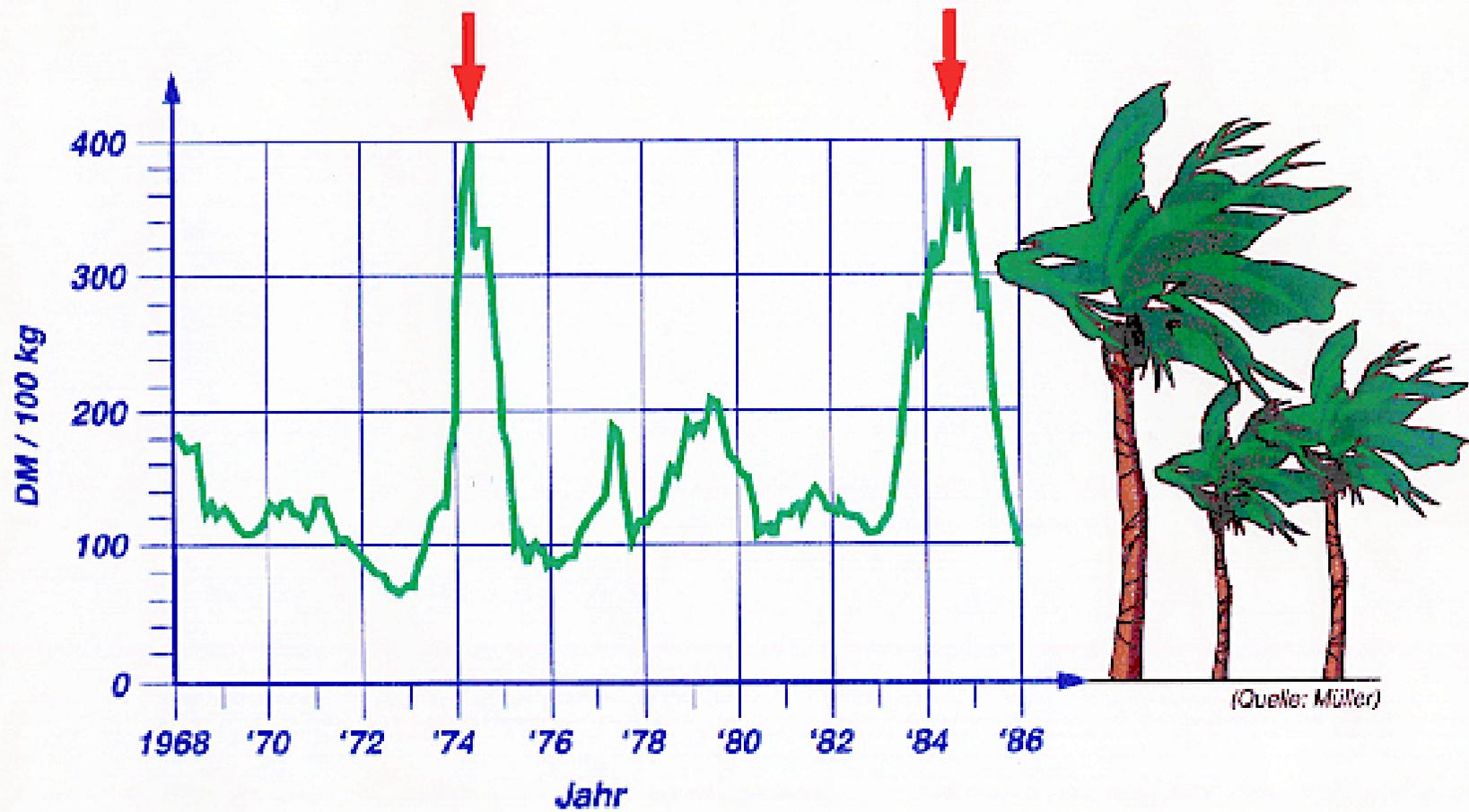
Häufung von Malaria im westlichen Südamerika ( warm und feucht )

Schlechte Kokosernte im Hochland

Erdrutsche aufgrund von Hochwasser in sonst trockenen Gebieten

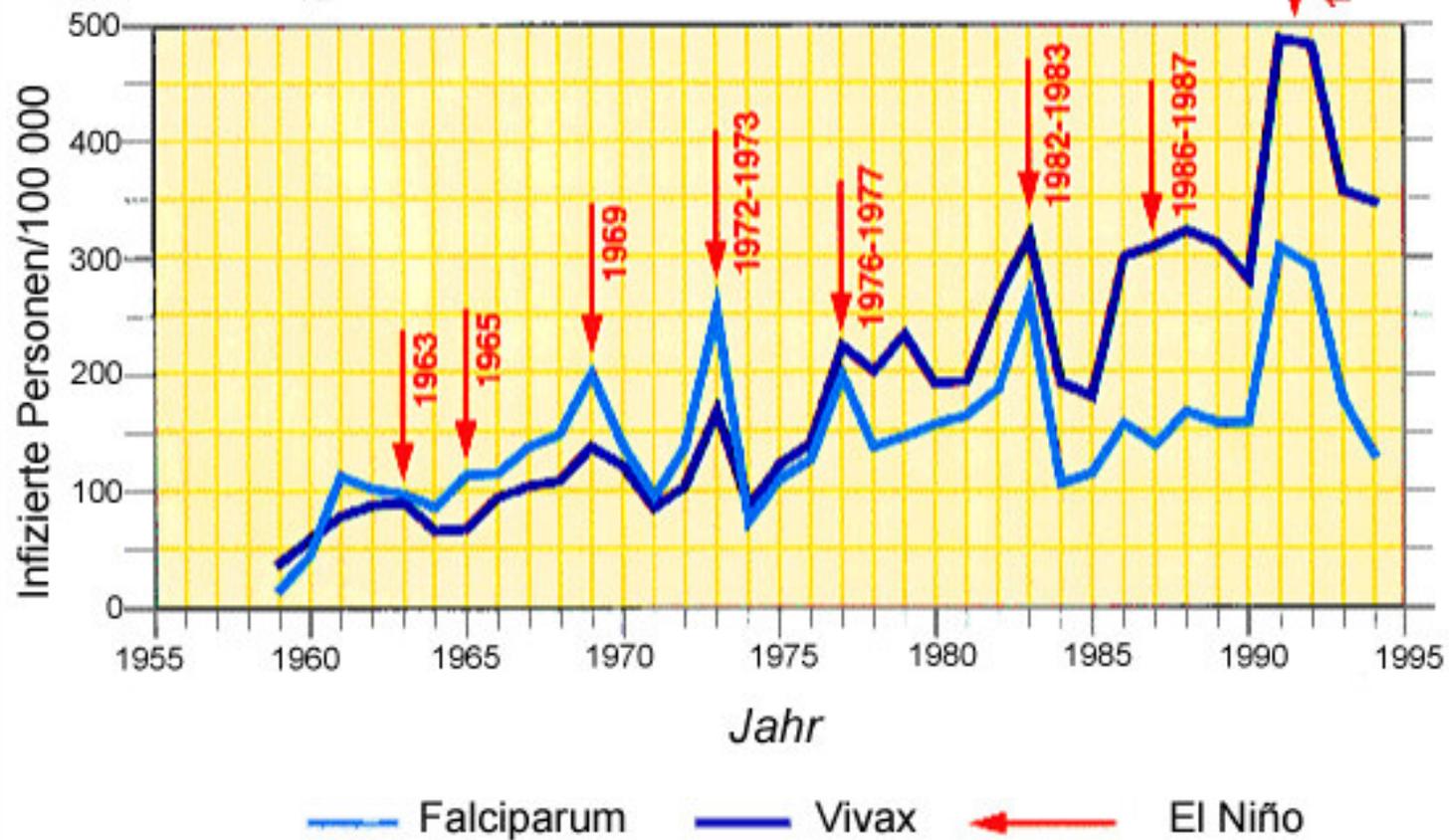
Aufgrund enormen Raucheintrages in die Atmosphäre viele Tote in SE – Asien

## Kokosölpreis von 1968 bis 1986





## Malaria in Kolumbien



## **Größte Umweltsünder:**

**Saudi-Arabien mit 16,6 Tonnen**

**Kanada mit 14,9 Tonnen**

**USA mit 14,3 Tonnen**

**VR China mit 8,7 Tonnen**

**EU mit 6,3 Tonnen CO<sub>2</sub>**

**pro Kopf der Bevölkerung**