

Ursachen neuer Erdzeitalter am Beispiel des Anthropozäns

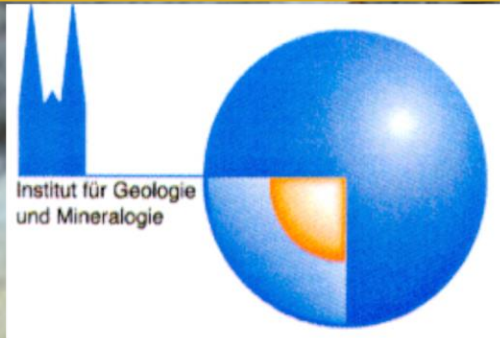
Das bisherige Erdzeitalter »Holozän«, eine seit 10000 Jahren durch hohe Klimakonstanz gekennzeichnete Zwischeneiszeit, wird mit dem derzeitigen Klimawandel beendet. Aber auch das Massenaussterben von Tierarten und die anthropogene Verschmutzung der Erdoberfläche mit bisher dort fremden Metallen und Kunststoffen zeigen einen zukünftig unübersehbaren Wandel in der heute produzierten Sedimentschicht.

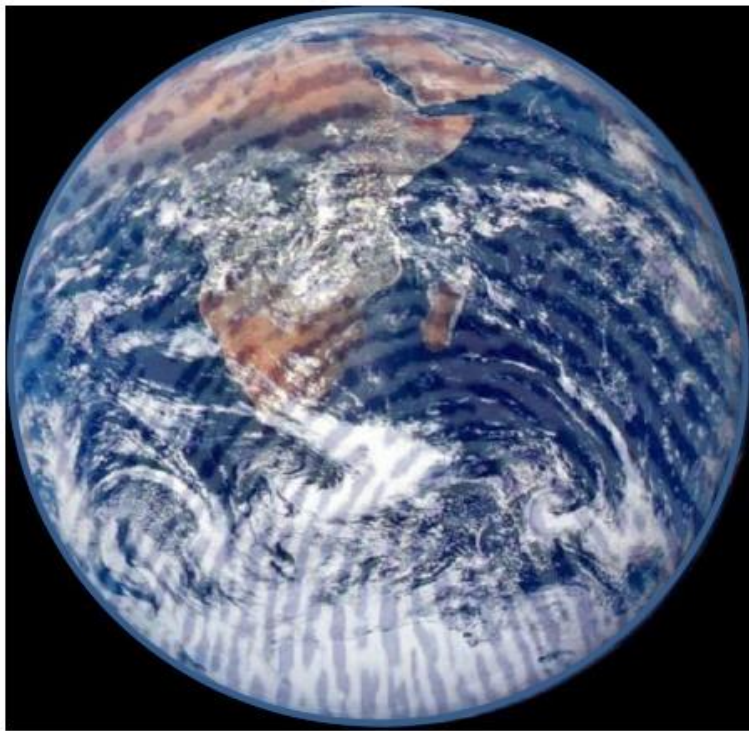
Erstmals scheint dafür der »Fortschritt« einer einzigen Art, wir selbst, verantwortlich zu sein. Erdzeitalter beginnen meist mit einer Katastrophe; das Anthropozän könnte mit einer solchen enden.

Die Ursachen neuer Erdzeitalter am Beispiel des Anthropozäns

Dr. Gerd Weckwerth

Institut für Geologie und Mineralogie, Universität Köln
Leiter Verein und ND-Arbeitskreis „Naturwissenschaft und Glaube“





**36. Tagung des
AK Naturwissenschaft und Glaube**
im Bildungshaus
Kloster Salmünster
vom 5. Juli bis
zum 7. Juli 2019



zum Thema:

das vom Menschen dominierte Erdzeitalter

Anthropozän -
Bilanz und Herausforderung

u.a. mit **Ernst-Ulrich Weizsäcker** (Wuppertal Institut, Präsident des Club of Rome)

Was bewegt prominente Wissenschaftler und Politiker unter diesem Stichwort weltweit Menschen über verheerende Folgen menschlicher Einflussnahme auf unseren Heimatplaneten aufzuklären und zu einer Kursänderung aufzurufen?

Bis vor 20 Jahren war das Wort Anthropozän nicht einmal bekannt. Es wurde geprägt von einem mir sehr gut bekannten Wissenschaftler, da er im gleichen Monat wie ich an das Mainzer Max-Planck-Institut für Chemie gewechselt ist. Er als Direktor der Abteilung Luftchemie und ich als Diplomand und späterer Doktorand in der Nachbarabteilung „Kosmochemie“ im April 1980.

Entstehung des Ausdrucks „Anthropozän“

Im Jahr 2000 nahm Paul Crutzen an einer Konferenz von Erdsystemwissenschaftlern in Mexiko teil. In den Debatten seiner Kollegen war immer wieder vom Holozän die Rede, dem Erdzeitalter, das vor rund 12 000 Jahren mit der Erwärmung der Erde am Ende des Pleistozäns begann.

Crutzen, dem 1995 für seine Forschungen zum Ozonloch der Nobelpreis verliehen worden war, stand irgendwann auf und rief: "Hört endlich auf, vom Holozän zu sprechen. Wir sind nicht mehr im Holozän. Wir sind im.... Anthropozän!"

Crutzen war nicht der Erste, der darzustellen versuchte, dass die Eingriffe des Menschen in die Natur eine erdgeschichtl. Dimension erreicht haben. Doch erst mit diesem Auftritt und seinem 2002 in *Nature* erschienenen Aufsatz "Geologie der Menschheit" hatte die Wissenschaft einen eingängigen Begriff für eine unheimliche Erkenntnis:

Wir stehen am Beginn eines neuen, menschengemachten Erdzeitalters. Der Mensch ist zur Naturgewalt geworden.

Zweischneidigkeit zeigen Vorschläge zu „Geo-Engineering“

<https://www.youtube.com/watch?v=CWk5VQqadCE>



Paul Josef Crutzen *1933
niederländischer Meteorologe. Er war 1980-2000
Direktor am Max-Planck-
Institut für Chemie in Mainz

Was ist ein Erdzeitalter?

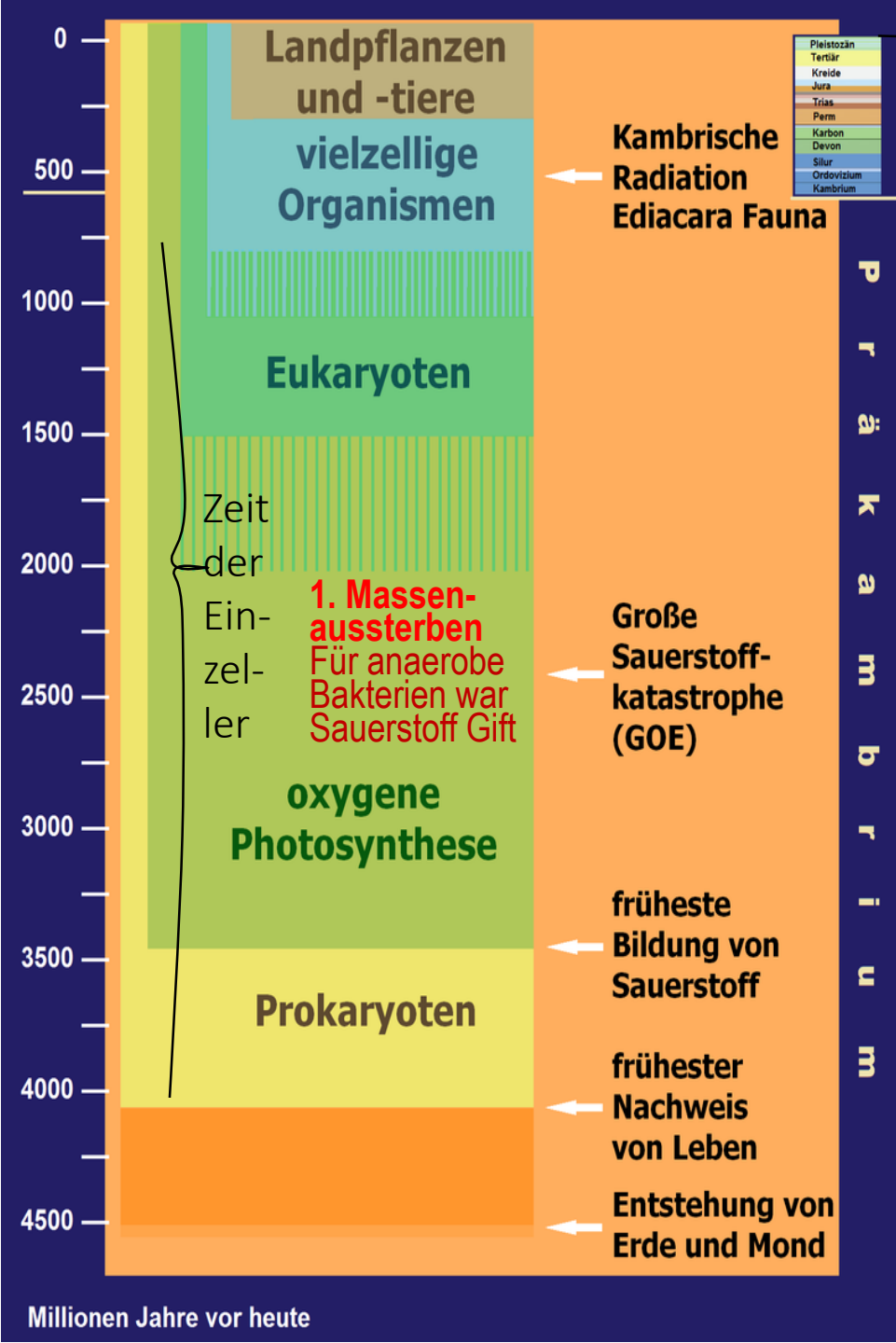
Der naturwissenschaftlich nicht festgelegte allgemeinsprachliche Begriff **Erdzeitalter** steht meist für größere Zeitabschnitte der Erdgeschichte, die weltweite Ähnlichkeiten aufweisen.

In der Regel bezieht er sich auf **Aeren** und **Perioden** der geologischen Zeitskala mit einer Dauer von 2 bis 80 Millionen Jahren.

Tabelle rechts ist der Stand vor ~70 J., Namen und Abfolge meist aus 19.Jh,

Erst ab Mitte 20.Jh. **absolutes Alter**

Aera / Periode		ERDZEITALTER				
Beginn vor Mill. Jahren	Dauer in Mill. Jahren	Erdzeit-alter	Formation	Abteilung	Erdgeschichtliche Vorgänge	
1,5	1,5	Neo- oder Känozoikum (Erdneuzeit)	Quartär	Holozän (Alluvium, Nacheiszeit)	Herausbildung der heutigen Landschaftsformen	
				Pleistozän (Diluvium, Eiszeit)	Vereisung der Nordhalbkugel, Hebung der zentral-europäischen Mittelgebirge, abklingender Vulkanismus	
	64		Tertiär	Jungtertiär (Neogen)	Pliozän Miozän	Alpidische Gebirgsbildung auf der ganzen Erde, starker Vulkanismus, Einbruch des Mittelländischen Meeres
				Alttertiär (Paläogen)	Oligozän Eozän Paläozän	
	65	Mesozoikum (Erd-mittelalter)	Kreide	Obere Kreide	Ablagerungen des Kreidemeeres, Beginn der alpidischen Gebirgsbildung, auflebender Vulkanismus	
	Untere Kreide					
	135		Jura	Malm (Weißer Jura)	Weite Meeresüberflutungen (Tethys im Bereich Mittelmeer-Alpen)	
				Dogger (Brauner Jura)		
	190		Trias	Lias (Schwarzer Jura)	Keine größeren tektonischen Ereignisse, wüstenhaftes Festland herrscht vor	
				Keuper		
220	Paläozoikum (Erd-altertum)	Perm	Muschelkalk	Abklingen der variszischen Gebirgsbildung, Vereisung auf der Südhalbkugel, Kali- und Salzablagerungen in Zechstein-Seen		
Buntsandstein						
280		Karbon	Zechstein	Rückgang der Meeresüberflutungen, Vereisung der Südhalbkugel, variszische Gebirgsbildung mit starkem Vulkanismus, große Sumpfwälder als Grundlage späterer Steinkohlebildung		
Rotliegendes						
350		Devon	Oberkarbon	Weite Meeresüberflutungen, Ausklingen der kaledonischen, Beginn der variszischen Gebirgsbildung		
			Unterkarbon			
400		Silur (Gotlandium)	Oberes Devon	Erste Landpflanzen, kaledonische Gebirgsbildung (besonders in Nordeuropa)		
440			Mittleres Devon			
500		Ordovizium	Unteres Devon	Beginn der kaledonischen Gebirgsbildung, Beginn der Cephalopodenzeit		
			(Oberordovizium)			
580	Kambrium	(Unterordovizium)	Ablagerung der ersten fossilführenden Sedimente			
		Oberes Kambrium				
2000	Präkambrium (Proterozoikum, Urzeit)	Algonkium (Jungproterozoikum)	Mittleres Kambrium	Erste gebirgsbildende und vulkanische Vorgänge		
			Unteres Kambrium			
		2500	Archai-kum (Altproterozoikum)	Oberes Algonkium, Jungalgonkium	Bildung der Urkontinente und Urmeere	
				(Unteres Algonkium, Altalgonkium)		
4500	Sternzeit			Erde im Zustand eines glühenden Planeten		

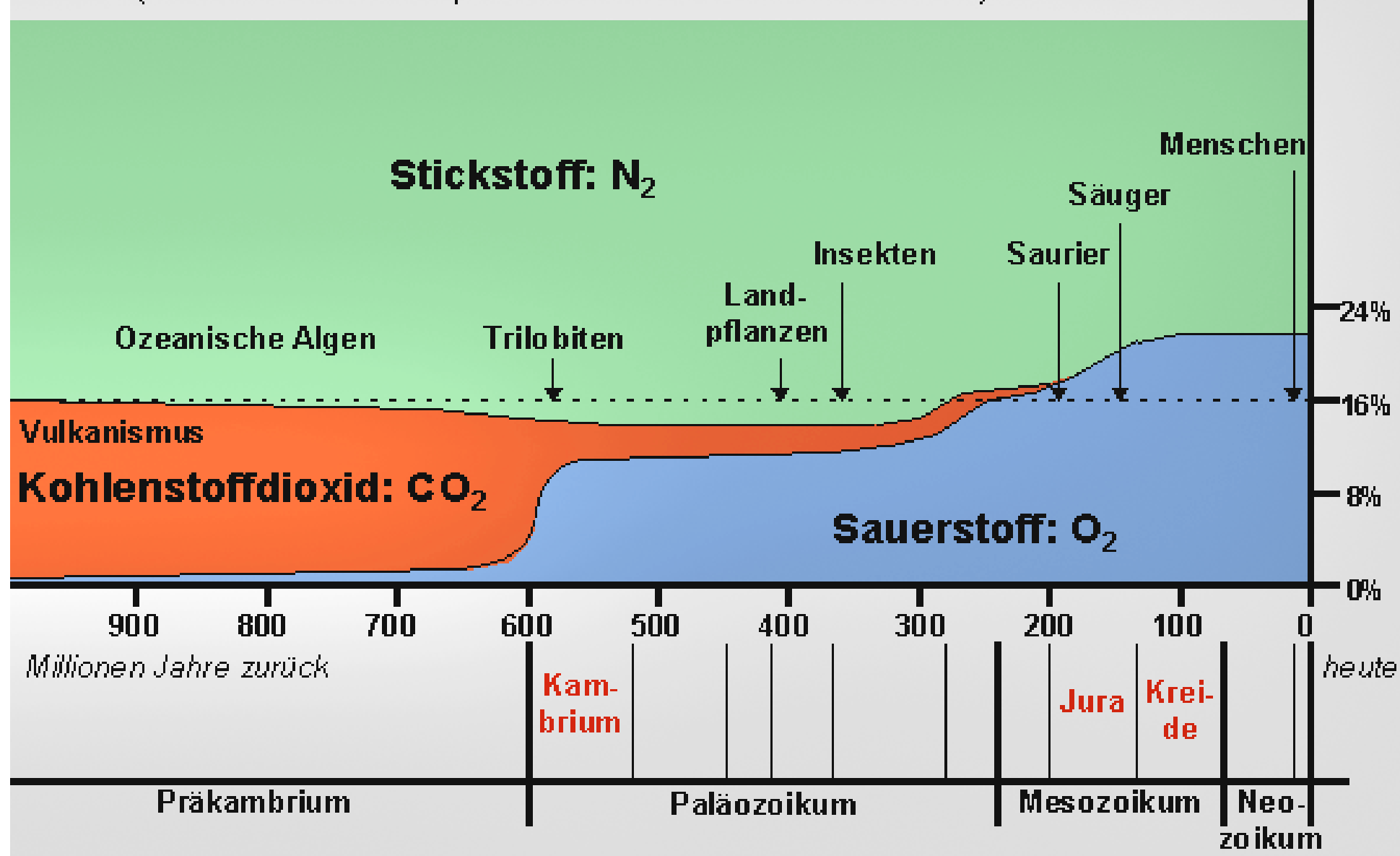


Evolutionsgeschichte: Zeiten der Entstehung neuer Tierstämme und Pflanzen			
NEOZOIKUM	Quartär		Holozän Pleistozän: Eiszeiten / Warmzeiten im Wechsel <i>Homo sapiens</i> Frühmenschen
	Tertiär		<i>Sahelanthropus</i> Menschenaffen Affen Primates
	Kreide		Säugetiere bedecktsamige Blütenpflanzen
	Jura		Urvogel <i>Archäopteryx</i> früheste Mammalia <i>Hydraconium wui</i> Cynodontier Urschildkröten Crocodylomorphie frühe Dinosaurier Fischsaurier
MESOZOIKUM	Trias		Keuper Muschelkalk Buntsandstein
	Perm		Zechstein Rotliegend Therapsiden Reptilien Synapsiden
	Karbon		permo-karbon. Vereisung erste Amnioten Vegetation die zu Kohle wurde Coniferen Riesenlibellen Labyrinthodontia Amphibien=Lurche
	Devon		Cycadeen Riesenbärlappe Farne Schachtelhalme Bärlappe
PALÄOZOIKUM	Silur		frühe Landpflanzen in Uferzonen erste Knochentische (Lophosteidae) Placodermi
	Ordovizium		alles Leben im Wasser Neuentwicklungen: Linsenaugen Cephalopoden mit Linsenaugen Seesterne Korallen
	Kambrium		Gliedertiere (Trilobiten) Brachiopoden, Schnecken Fisch <i>Haikouichthys</i> Ringelwürmer, Muscheln Echinodermen, Manteltiere Quallen, erste Korallen Ediacara-Fauna
	Präkambrium		Algen, Archäen, Bakterien, Parazoa

Entwicklung des Kohlenstoffdioxidgehalts

(Anteil in der Atmosphäre seit 1000 Millionen Jahren)

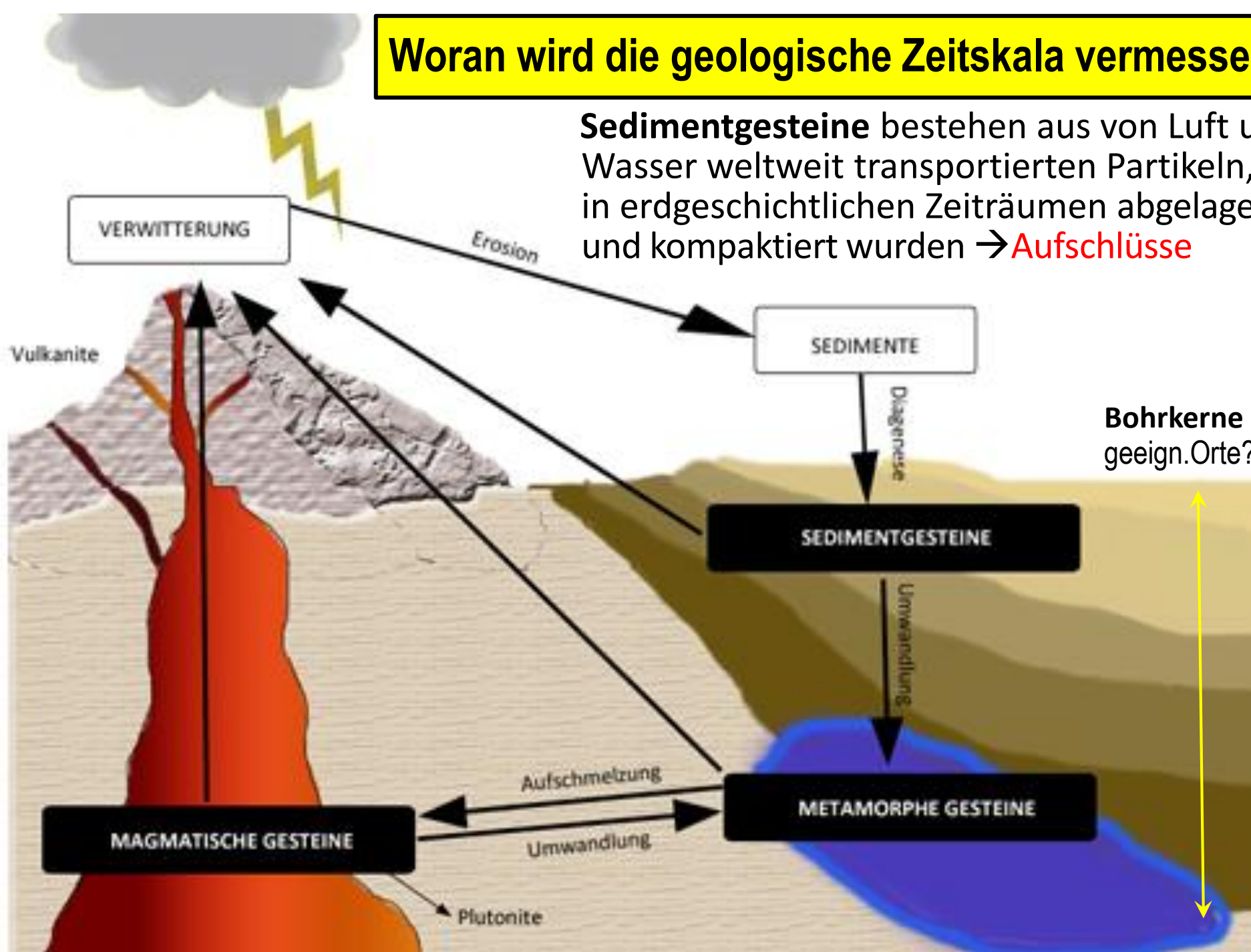
Volumen-% an CO_2



Woran lässt sich die geologische Zeitskala auf globaler Ebene vermessen?

Woran wird die geologische Zeitskala vermessen?

Sedimentgesteine bestehen aus von Luft und Wasser weltweit transportierten Partikeln, die in erdgeschichtlichen Zeiträumen abgelagert und kompaktiert wurden → **Aufschlüsse**



Steinbruch bei Ludwigsburg



Der Grand Canyon des Colorado (400 km lang, bis zu 1800m tief) dokumentiert mit Lücken rund 1 Mrd. J. an Sedimentationsgeschichte

letzte 270 Mio.J. fehlen



Das Sedimentformationen am Gran Canyon sind erst nach Anhebung der Rocky Mountains durch Abtragungen und Einschneiden des Colorados (40 - 2 Mio. Jahren) freigelegt worden.

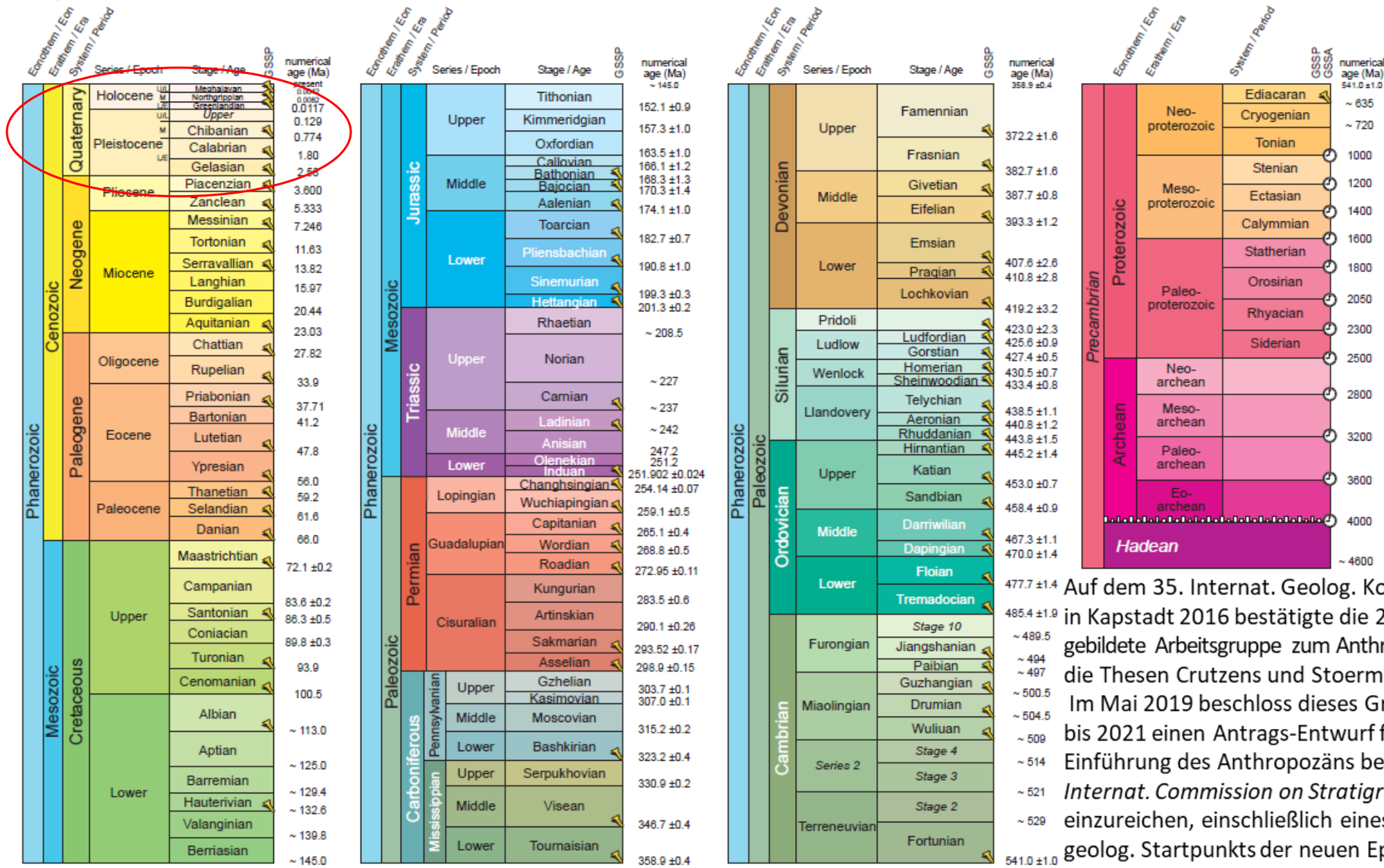


INTERNATIONAL CHRONOSTRATIGRAPHIC CHART

www.stratigraphy.org

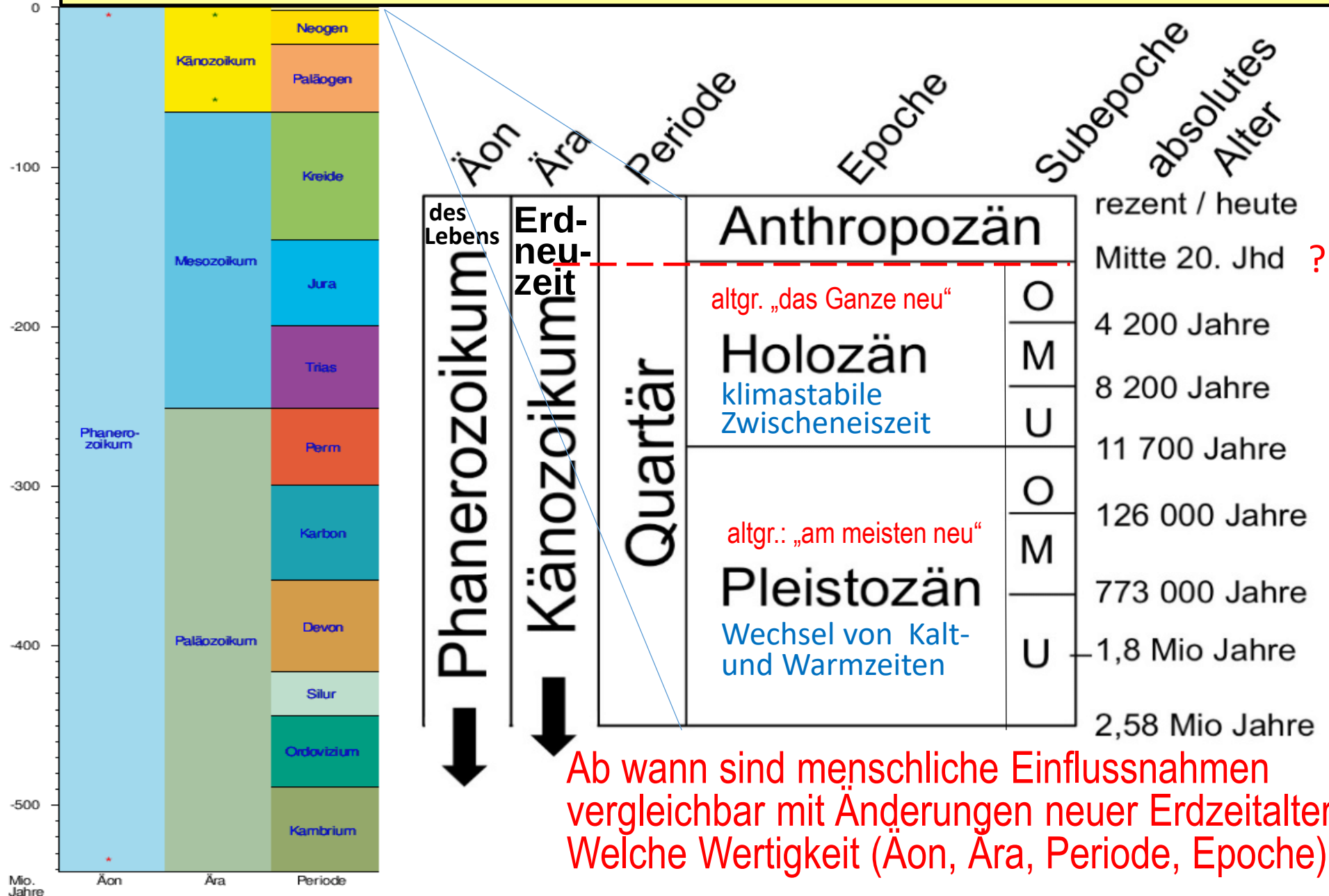
International Commission on Stratigraphy

v 2020/03



Auf dem 35. Internat. Geolog. Kongress in Kapstadt 2016 bestätigte die 2009 gebildete Arbeitsgruppe zum Anthropozän die Thesen Crutzens und Stoermers. Im Mai 2019 beschloss dieses Gremium bis 2021 einen Antrags-Entwurf für die Einführung des Anthropozäns bei der Internat. Commission on Stratigraphy einzureichen, einschließlich eines definit. geolog. Startpunkts der neuen Epoche.

Modell zur Einordnung des Anthropozän



Stratigraphie - Rekonstruktion der Erdgeschichte

Gesteinskörper sollen anhand enthaltener organischer und anorganischer Merkmale zeitlich relativ geordnet und weit entfernte Gesteinseinheiten miteinander zeitlich in Beziehung gesetzt werden (Korrelation).

Solche Zeitmarken können sein:

- **Erstaufreten oder Erlöschen von Fossilien** (Art, Gattung, Familie, Ordnung, Klasse,...)
- **überregionale Ereignishorizonte** (Vulkanausbrüche, Impacts z.B. KT-Grenze, Tsunamis)
- **geochemische und lithografische Marker** (deutlich an Wechsel von Farbe, Korngröße,...)
- **Polaritätswechsel im Erdmagnetfeld** (Paläomagnetismus zeigt Kontinentalverschiebung)
- **Isotopengeologie von O, H, C, S, + Radiodatering** (entwickelt in letzten 50 J.)

Temperaturabhängigkeit ($\delta^{18}\text{O}$), ($\delta^1\text{H}$), Biomasse ($\delta^{13}\text{C}$), ($\delta^{34}\text{S}$),

$$\delta^{18}\text{O} = \left[\frac{\left(\frac{{}^{18}\text{O}}{{}^{16}\text{O}} \right)_{\text{sample}}}{\left(\frac{{}^{18}\text{O}}{{}^{16}\text{O}} \right)_{\text{standard}}} - 1 \right] * 1000$$

Leicht verändert bei Aggregatwechsel

Globale Auffälligkeit und Einfluss der Merkmale

z.B. in arktischen und antarktischen Eisbohrkernen

Sind Merkmale ursächlich verknüpft? zeitlich korreliert?

z.B. verursacht Klimawandel Meeresanstieg und Flutereignisse

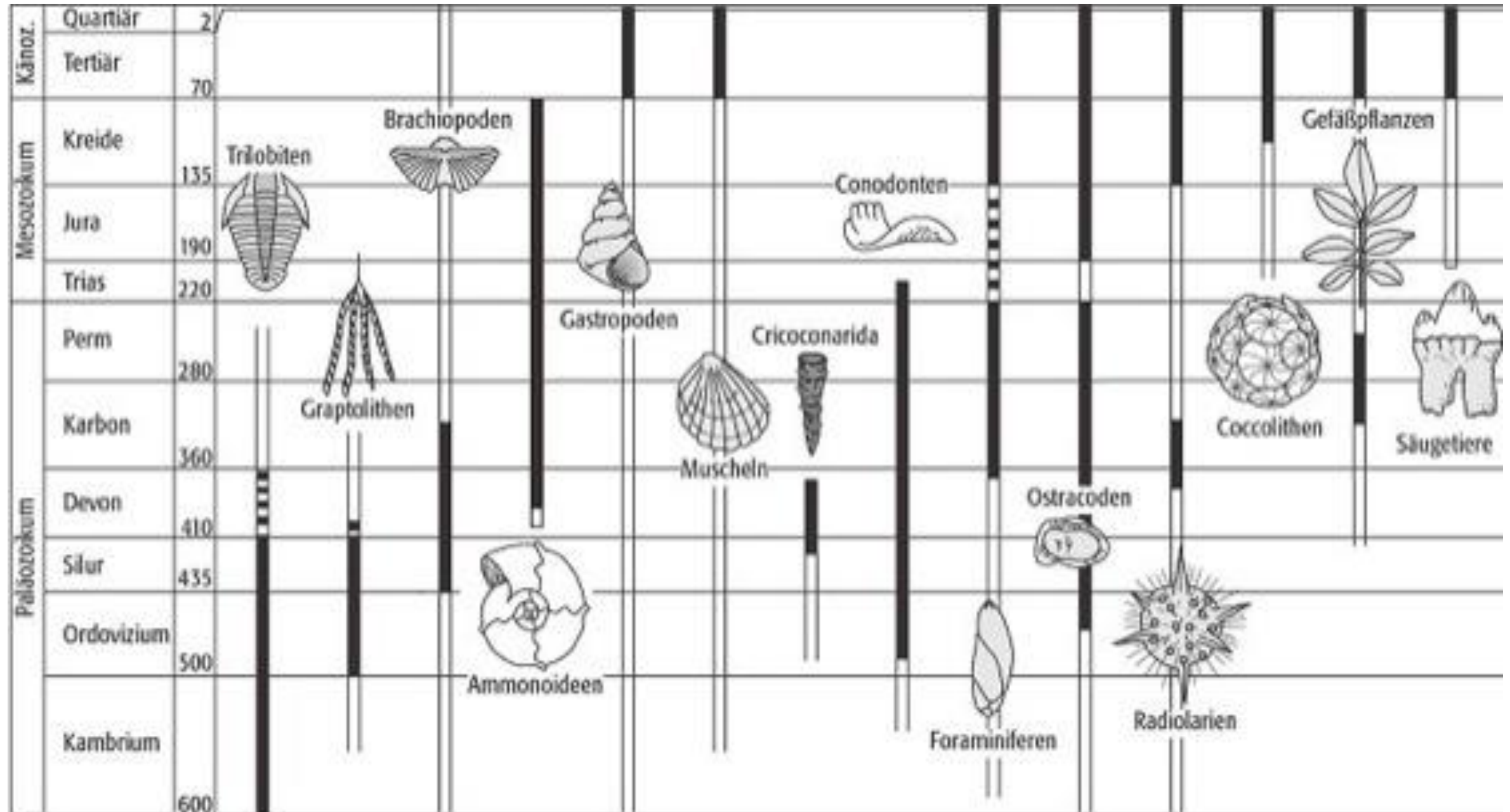
Eis- und Sedimentbohrkerne für Zeitreihenanalyse



Ermöglichen
Analysen der
historischen
Entwicklung
vieler Para-
meter an
regional und
global interes-
santen Orten

*Bild zeigt ein
Lager für Tiefsee-
Bohrkerne am
Bremer Zentrum
für Marine
Umweltwissen-
schaften, das
mehr als 154 km
Profiltiefe umfasst*

Entstehen und Aussterben von Artengruppen (Gattung-Ordnung) und ihren zugehörigen Fossilien

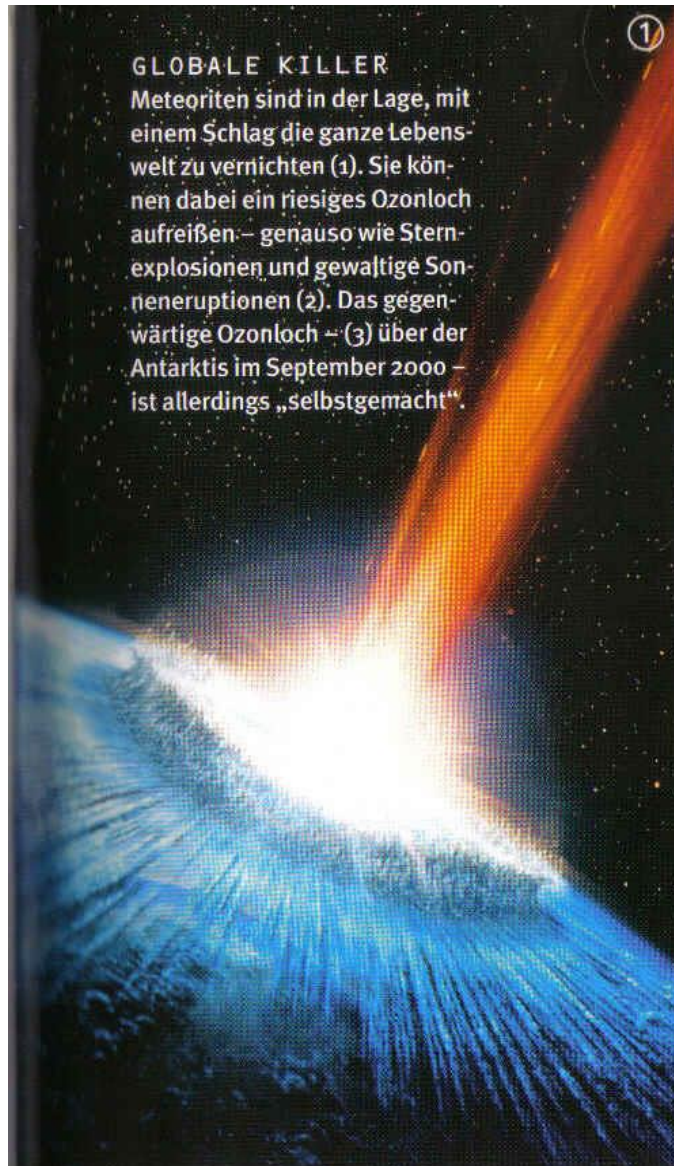


Regionale Ereignisse mit globalen Auswirkungen

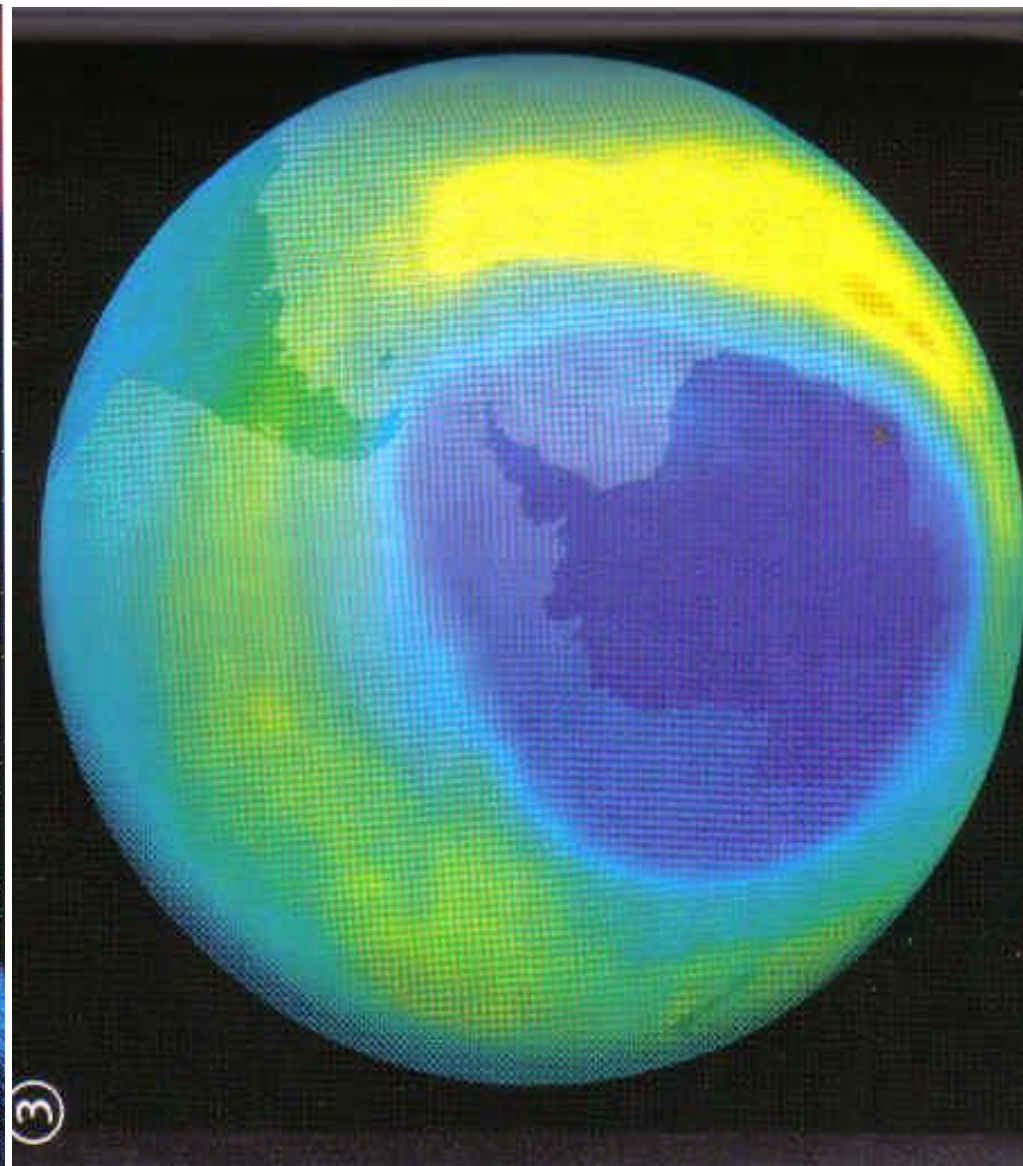
- extern: **große Meteoriteneinschläge**
ab ~1 km Durchmesser Nördlinger Ries 14.6 Mio. J, 10km Chicxulub-Yucatan 65.Mio. Jahre
 - extern: ***kosmische Ereignisse ?*** *nahe Supernovae, planetare Annäherungen*
- intern: **Ausbruch von Supervulkanen**
Pinatobu 1991(1°), Tambora1815 (kein Sommer), Samala1257, Toba 75000vChr.(Hom.S.)
- intern: **Große Erdbeben** (Plattentektonik→Evolution)
- **regionale (Un)Wetterphänomene: ?**
*Temperaturanstieg→Wirbelstürme, Starkregen, Fluten
z.B. Aussetzung des Golfstroms, El Ninjo u.a.*

→Beiträge zum planetaren Klimawandel?

Globale Killer (von außen und hausgemacht)



GLOBALE KILLER
Meteoriten sind in der Lage, mit einem Schlag die ganze Lebenswelt zu vernichten (1). Sie können dabei ein riesiges Ozonloch aufreißen – genauso wie Sternexplosionen und gewaltige Sonneneruptionen (2). Das gegenwärtige Ozonloch – (3) über der Antarktis im September 2000 – ist allerdings „selbstgemacht“.



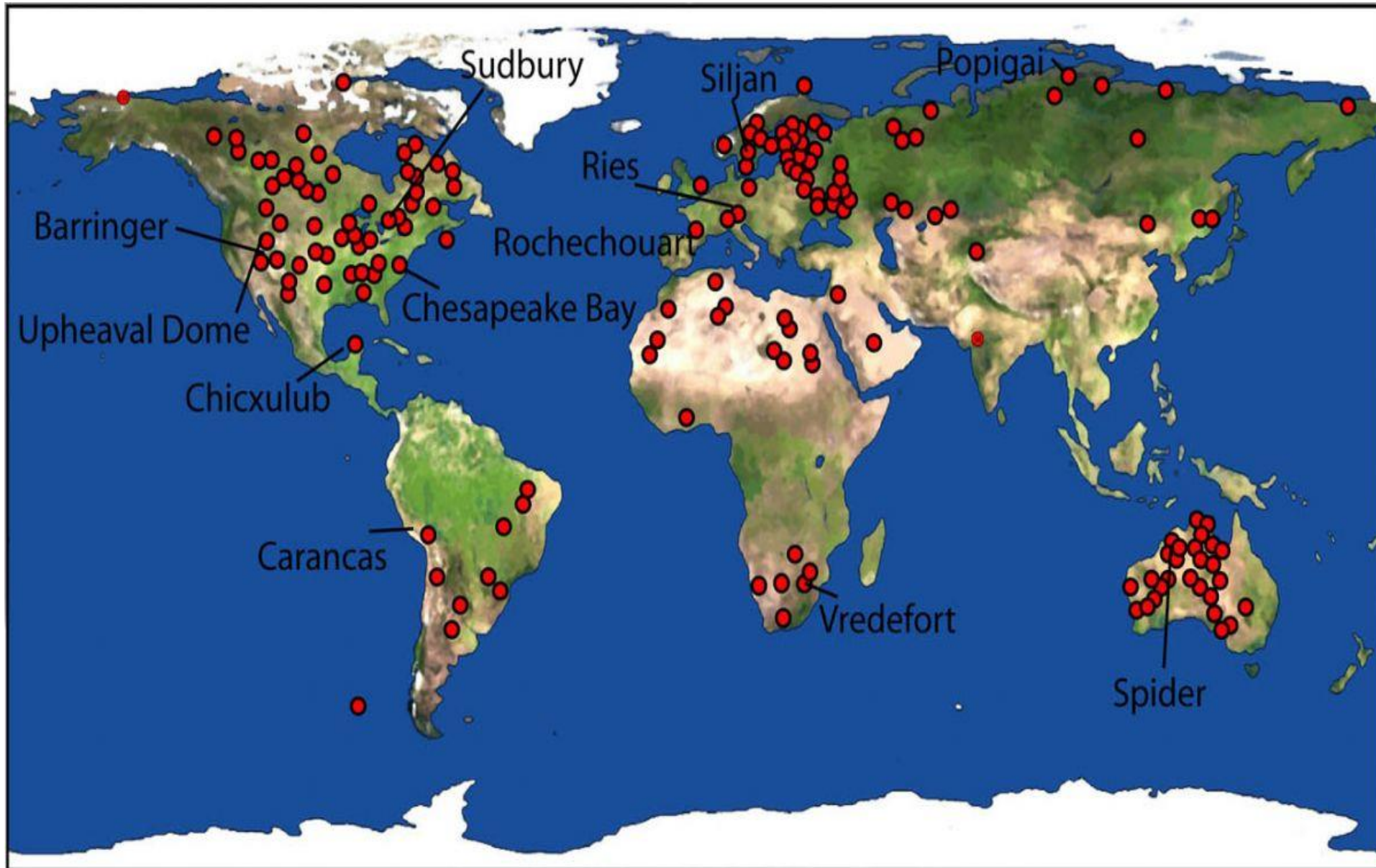
Viele globale Killer bedrohen den Ozon-Schutz der Erde z.B. eine nahe Supernova.

Nicht zuletzt hat auch der Mensch ein Ozonloch produziert, das jetzt aber fast wieder geschlossen ist.

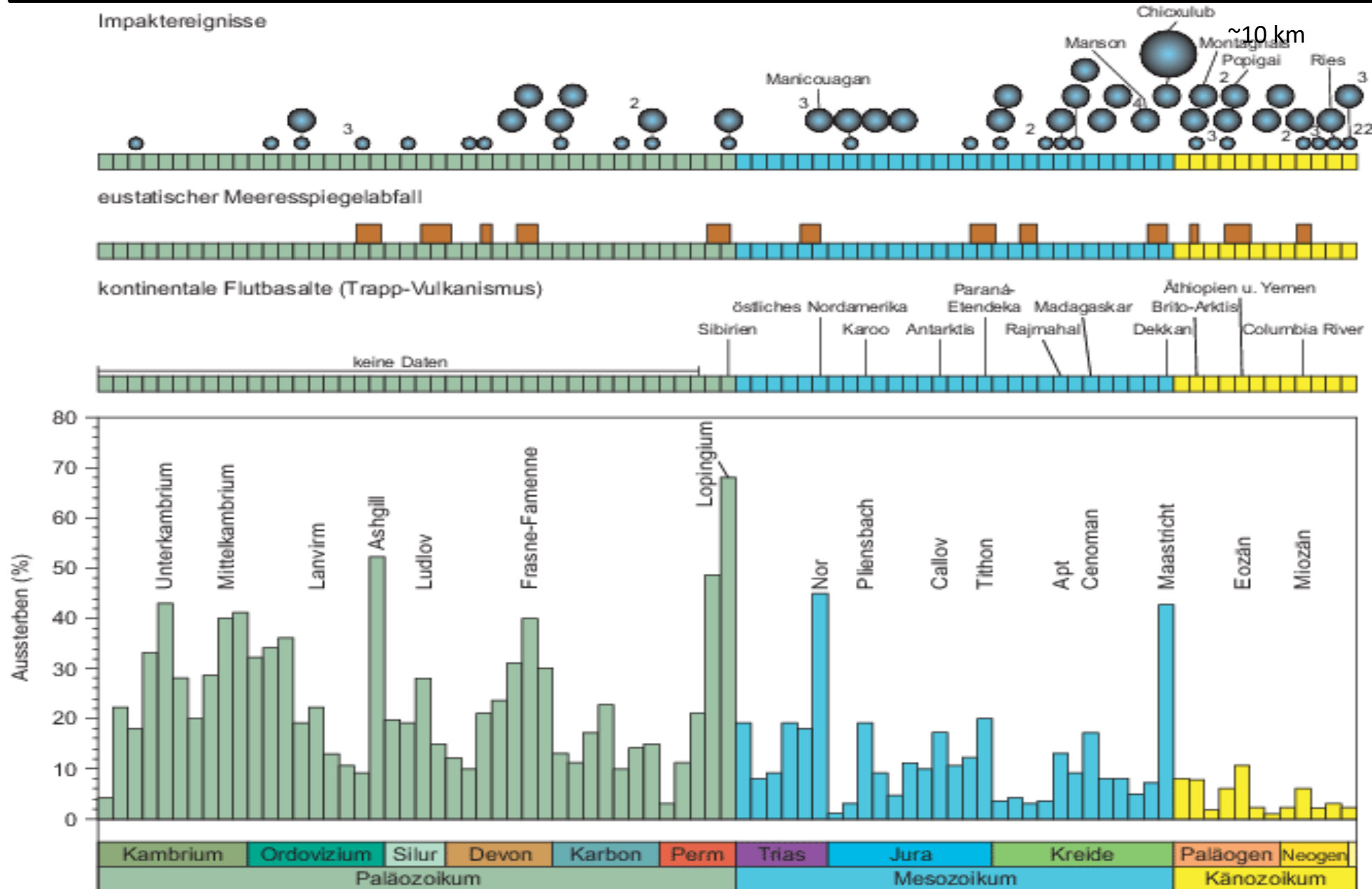
Die Menschheit kann also, wenn sie will und an einem Strang zieht.

Große Kraterstrukturen auf der Erde

Ungleiche Verteilung vor allem durch das unterschiedliche Alter der Oberflächen

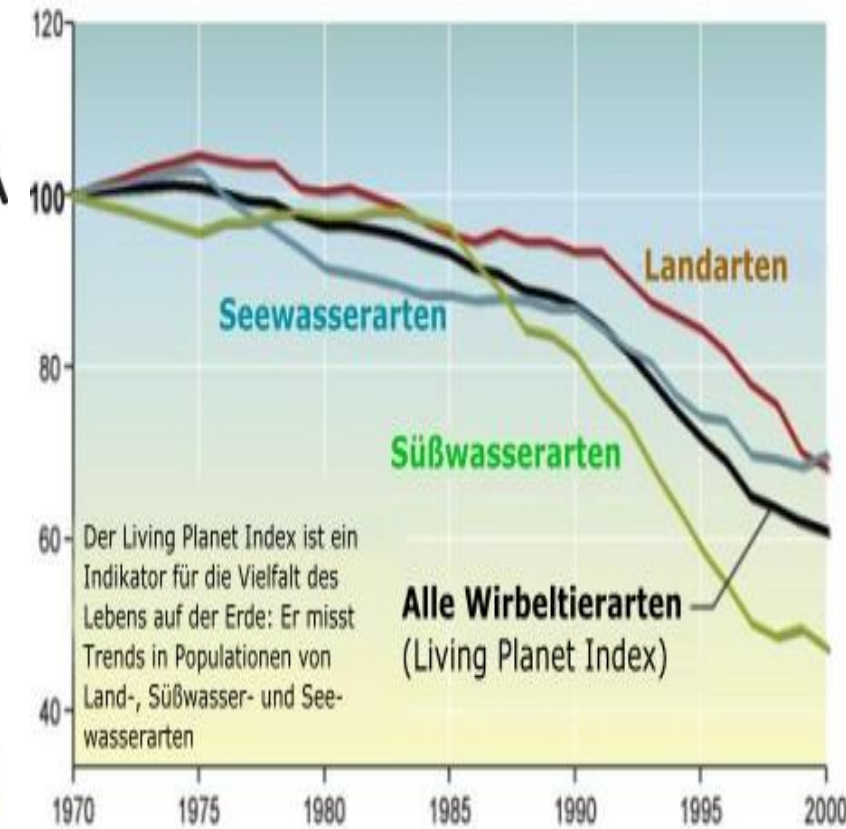
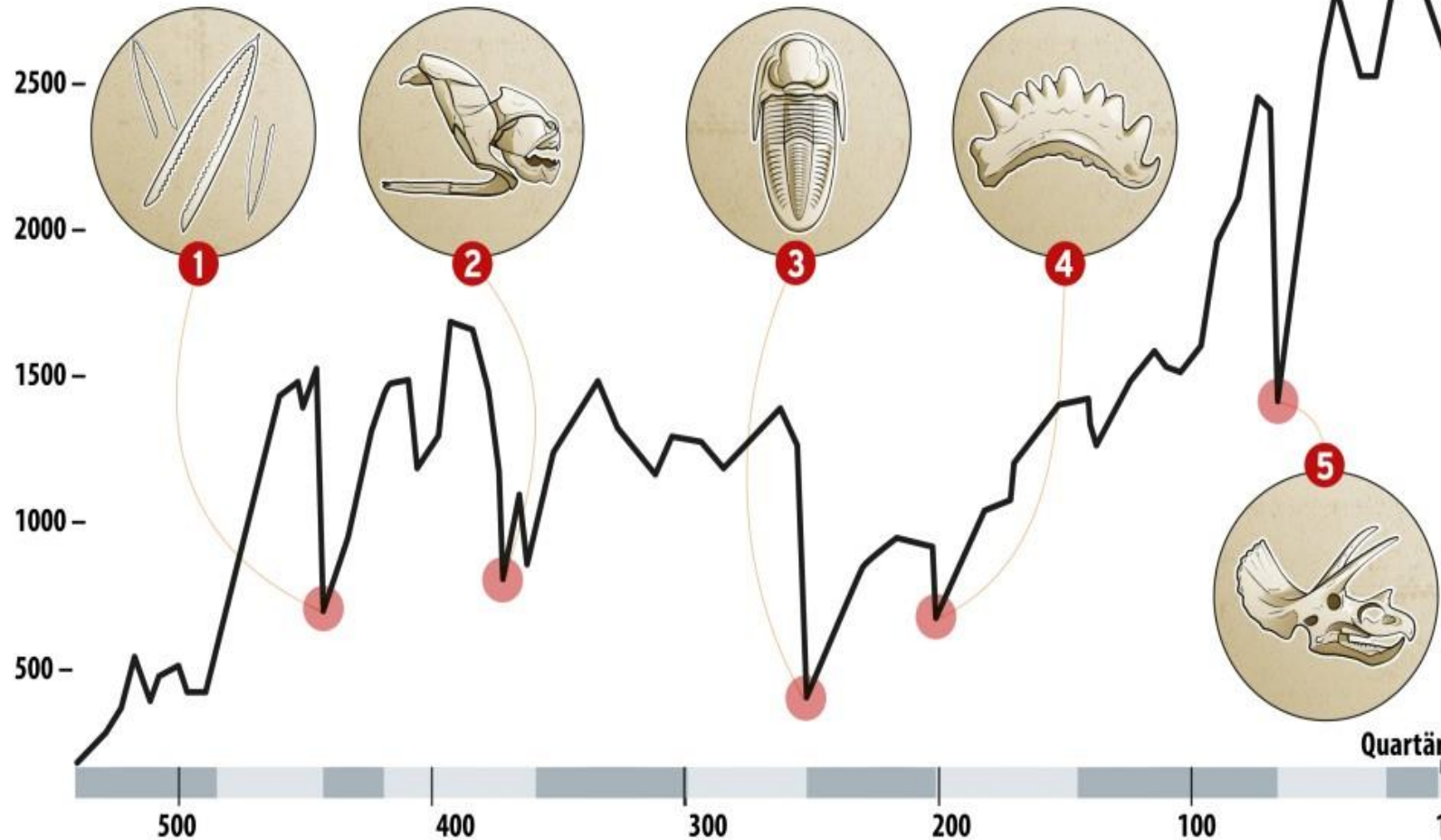


globale Katastrophen und Aussterberaten



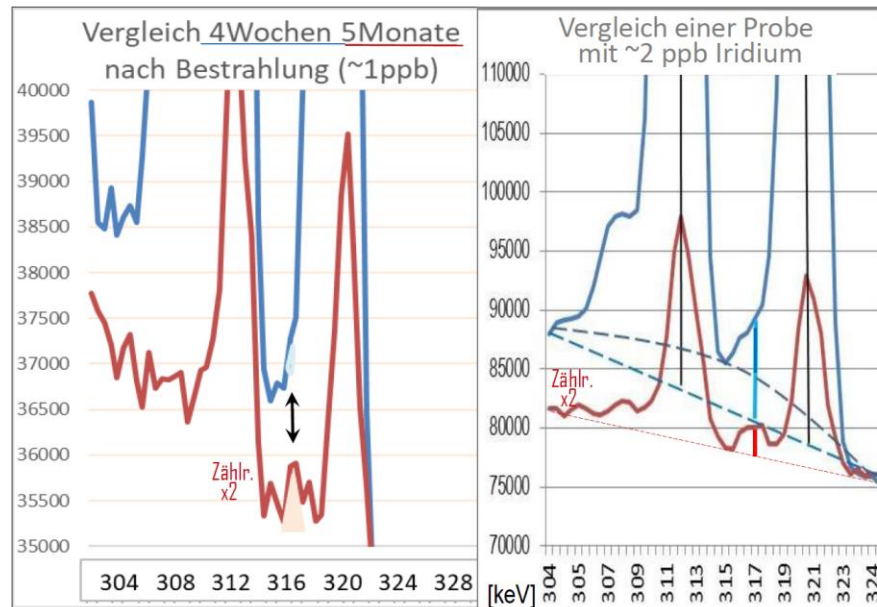
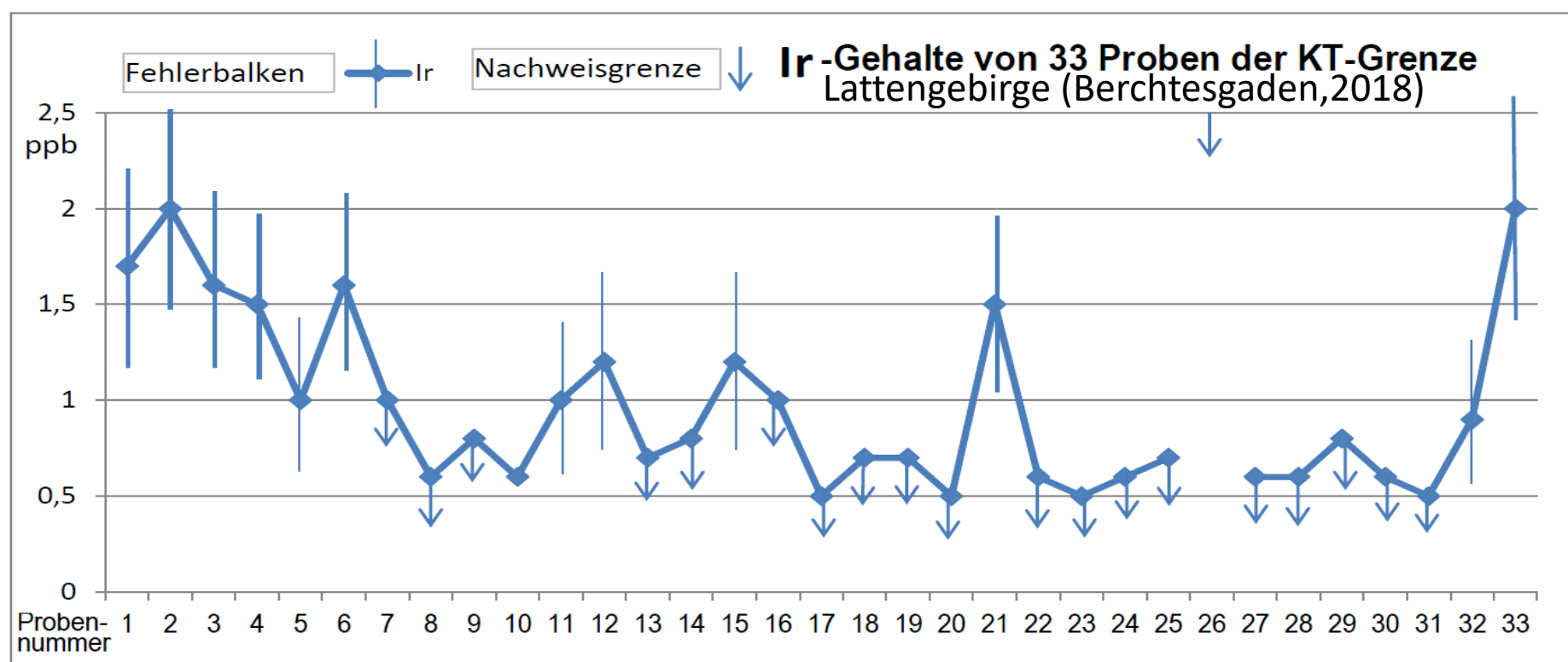
Historische Aussterbeereignisse und im Vergleich, was aktuell der Mensch auszurotten schafft

3000 – Anzahl der Gattungen



Zeitachse 5 Millionenfach gespreizt

Auch wenn die heutige Datenbasis und Zahl der bekannten Gattungen viel höher liegt, scheint der Mensch ähnlich wie die früheren globalen Katastrophen zu wirken.



7 Proben mit 1.5-2 ppb Iridium bleiben trotz einer Sulfid-Korrektur bis zu 5fach gegenüber irdischen Sedimenten sowie anderen Proben aus der Serie von der KT-Grenze angereichert.

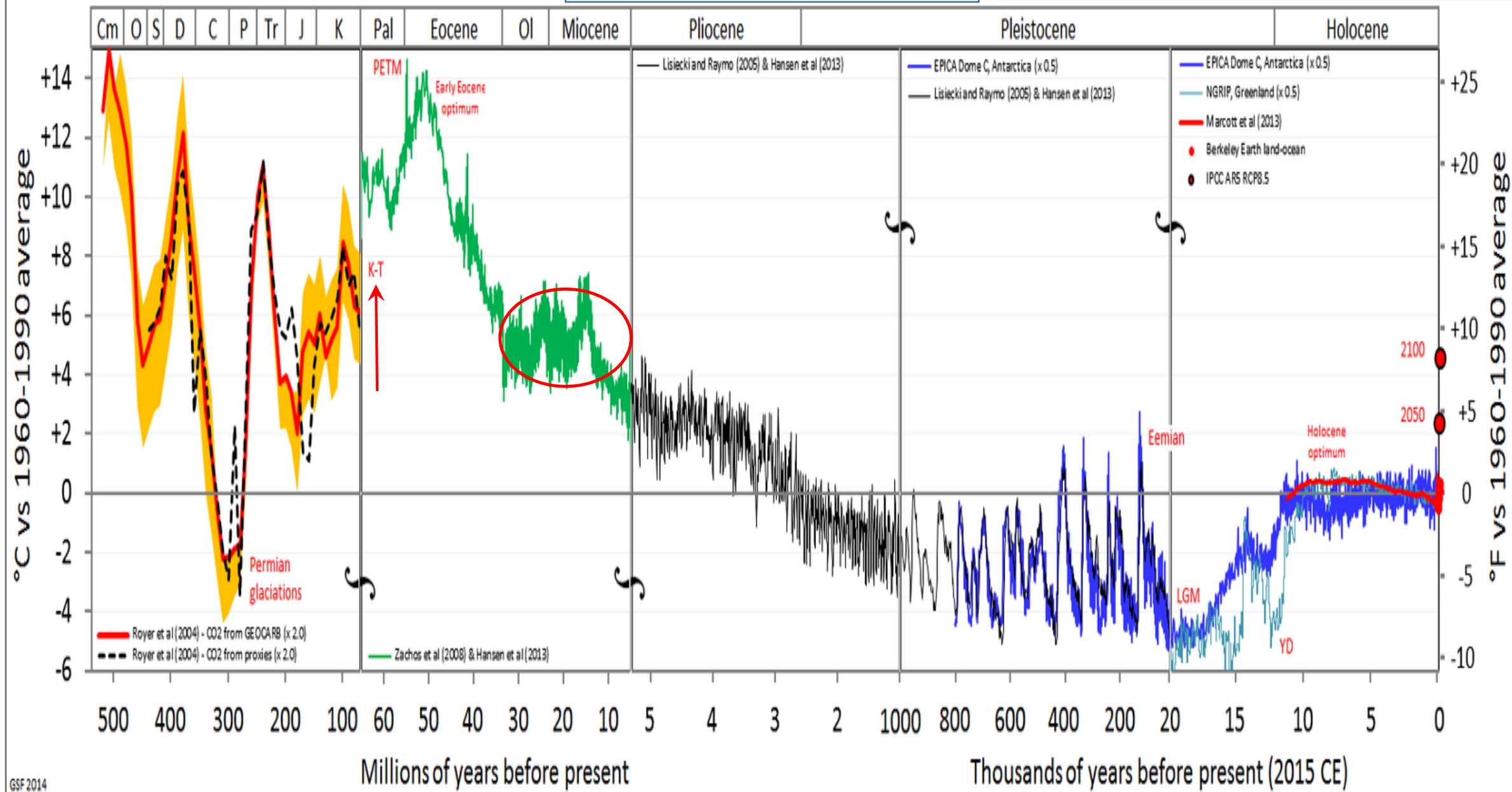
Links die verbesserte Auswertung nach 5 Monaten, da störende Linien von Thorium und Chrom abnehmen.

Klimawandel an der K-T-Grenze →

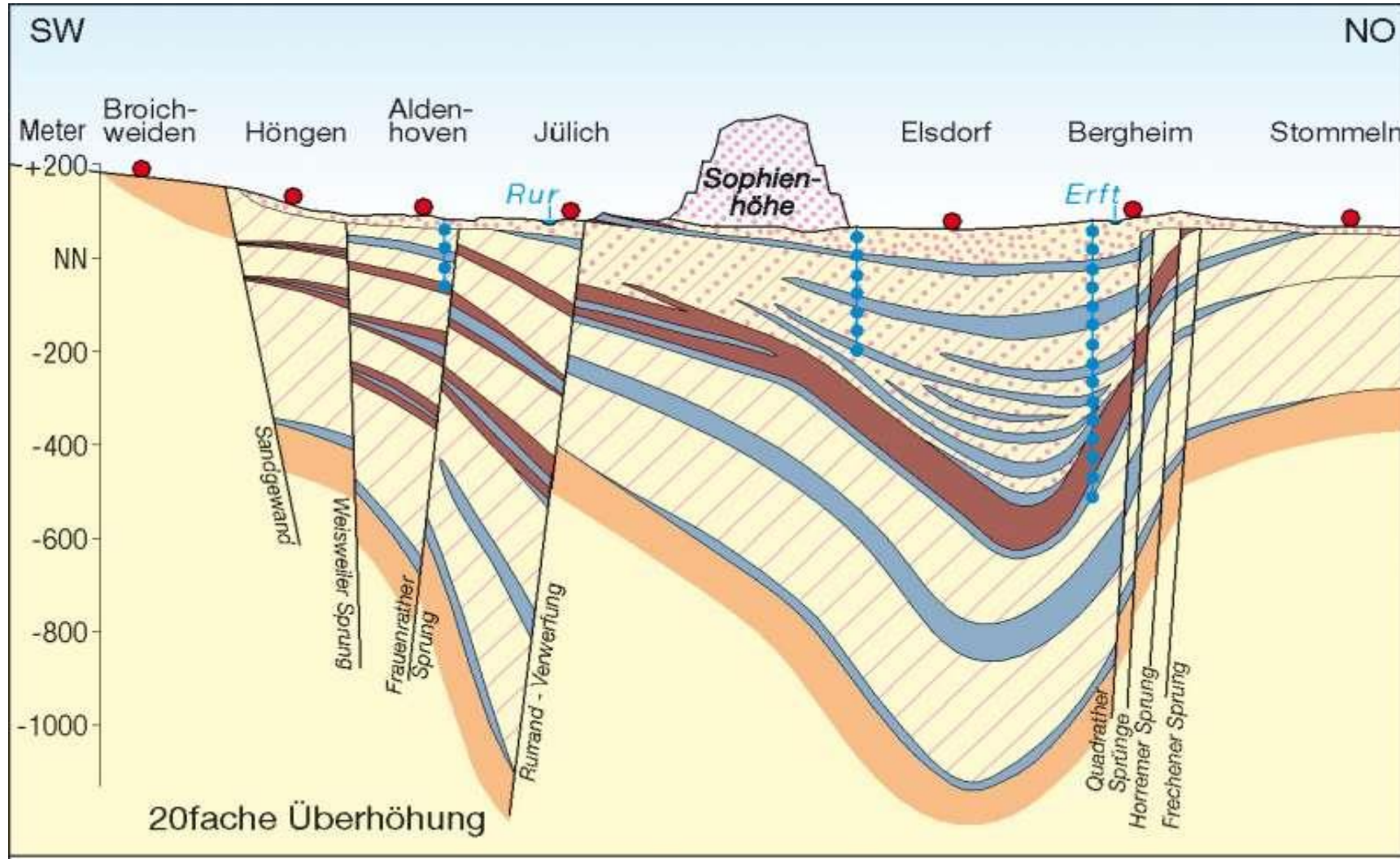
Eine Kombination aus 10 Isotopenarbeiten mit ($\delta^{18}\text{O}$), ($\delta^2\text{H}$) gibt eine Übersicht des globalen Klimawandels (Anschlüsse angep.)

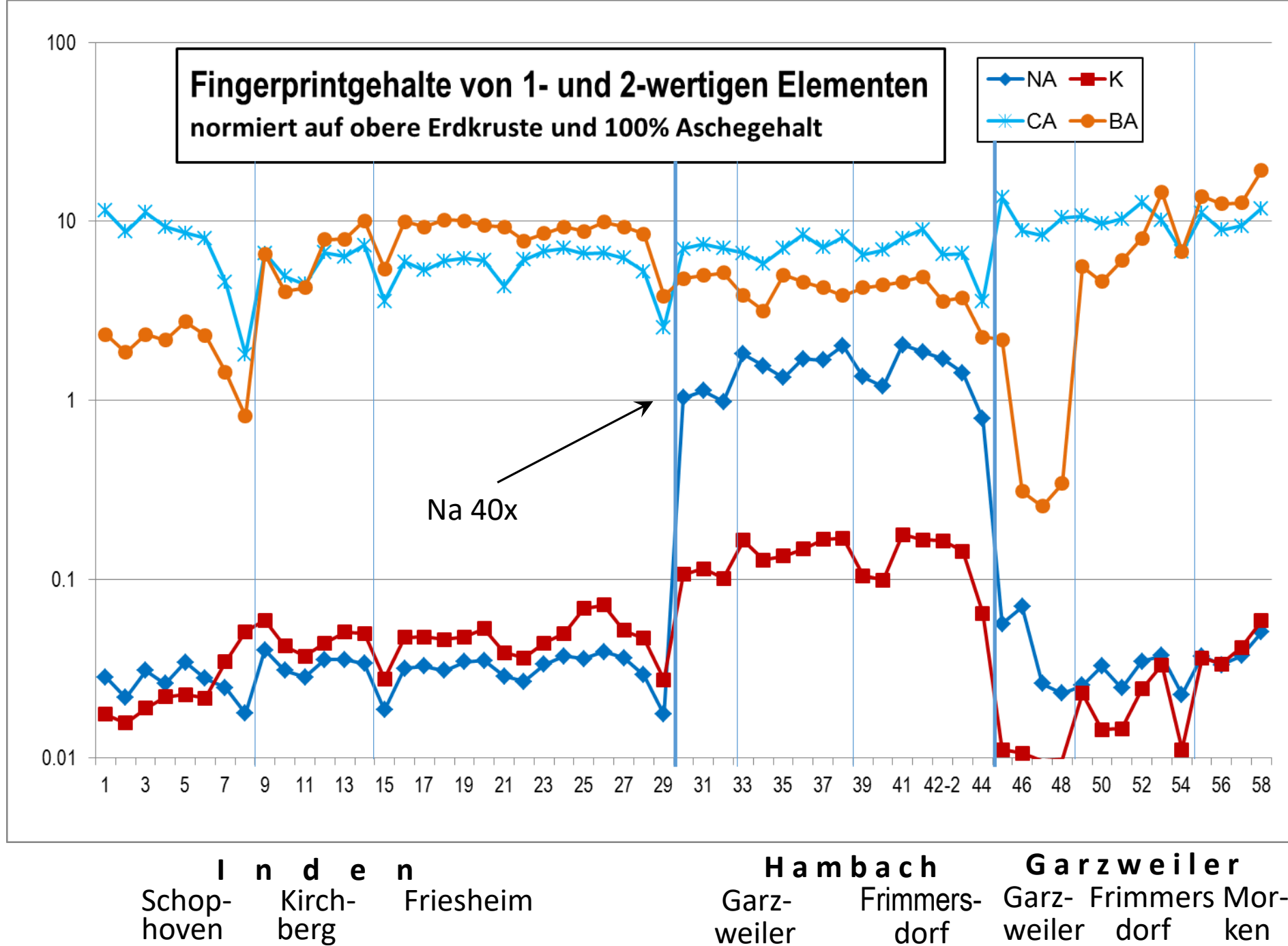
Temperature of Planet Earth

Auch an der K-T-Grenze gab es sicher einen starken Klimawandel. Man stellte sich aber eher eine starke Abkühlung vor. Temperatur lag damals aber weit höher.



Profil der Braunkohle-Lagen im Rheinischen Revier lässt auf einen dauernden Wechsel von Feucht- und Trockenphasen schließen, die in der Zeit von 15-25 Mio. J. in diesem Gebiet herrschten. Dazwischen sind Braunkohlenschichten eingelagert, die aus Resten der überschwemmten Uferlagen entstanden. Wie weit trocken gefallene Seen Verbindung mit dem Meer hatten, zeigt der Na-Gehalt heutiger Braunkohlen



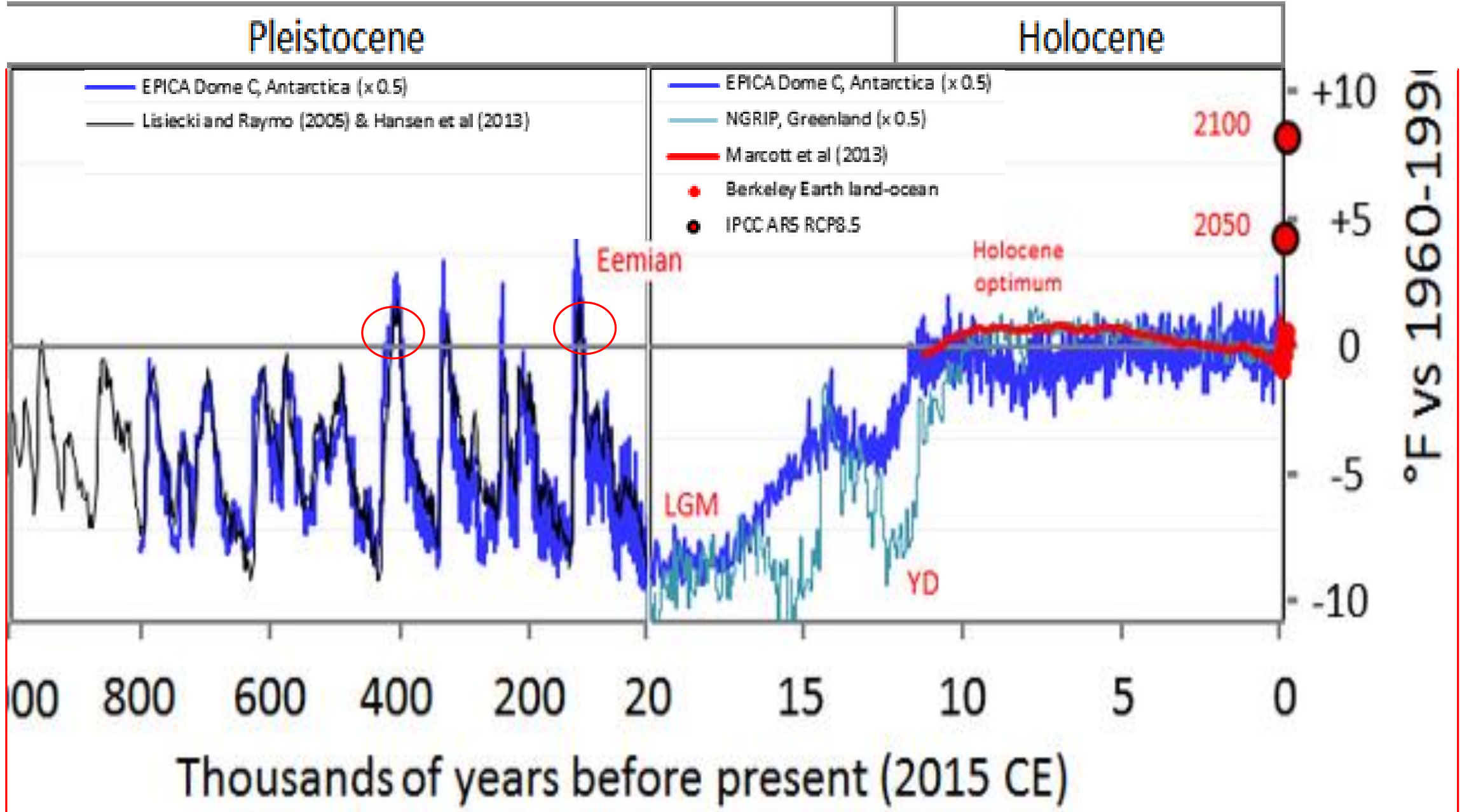


Das Aussehen Europas hat sich erst in den letzten 20 Millionen Jahren gebildet

○ Ort des Rhein. Reviers
Steigender Meeresspiegel
könnte Aussehen ~5 Mio.J.
zurückbringen (3° wärmer)



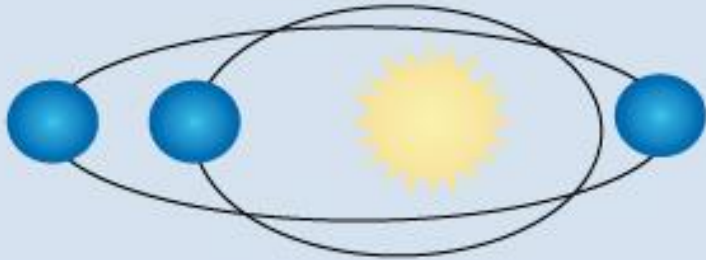
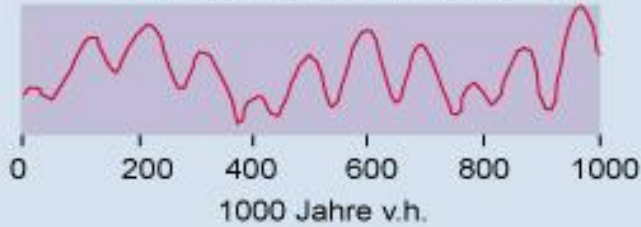
Temperaturgeschichte der letzten Million Jahre mit Isotopenchronologie an Eisbohrkernen



Milankovic-Zyklen erzeugen Periodizität der Eiszeiten

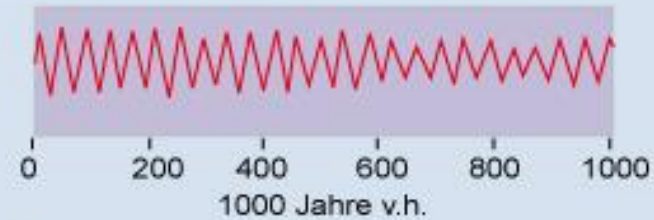
Exzentrizität (Abweichung von der Kreisbahn)

400000 Jahre und 100000 Jahre



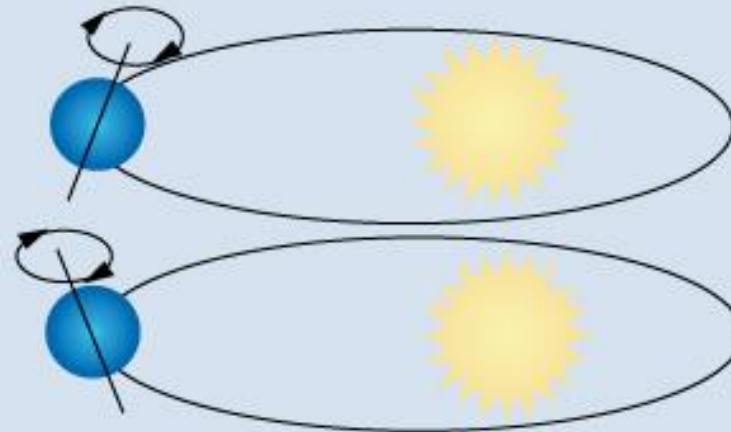
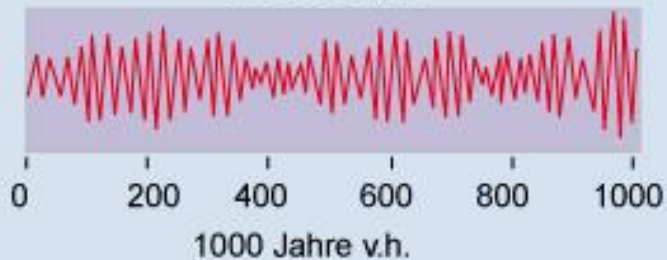
Obliquität (Neigung der Erdachse gegen die Erdbahnebene)

41 000 Jahre



Präzession (Schwingung der Erdachse um die Senkrechte auf der Erdbahnebene)

23 000 Jahre



CO₂

Gehalt Kohlendioxid
in ppmv
(Teile pro Millionen)

CH₄

Gehalt Methan in ppbv
(Teile pro Milliarden)

δ-18

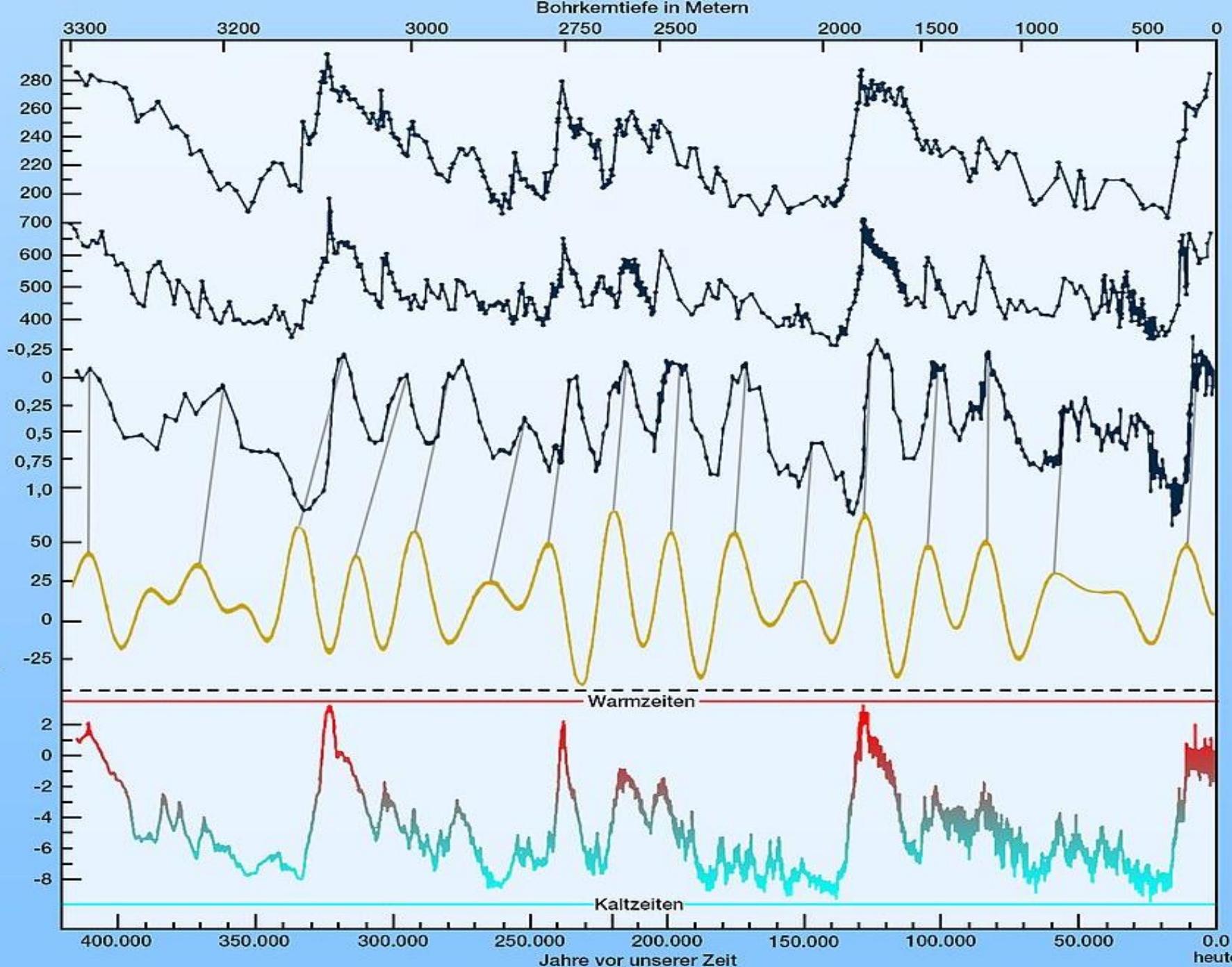
δ-Gehalt Sauerstoff-18 in
‰ (Promille)



Sonneneinstrahlung
berechnet auf Grundlage
der Milanković-Zyklen auf
dem 65. nördlichen Breiten-
grad in J (Joule)

°C

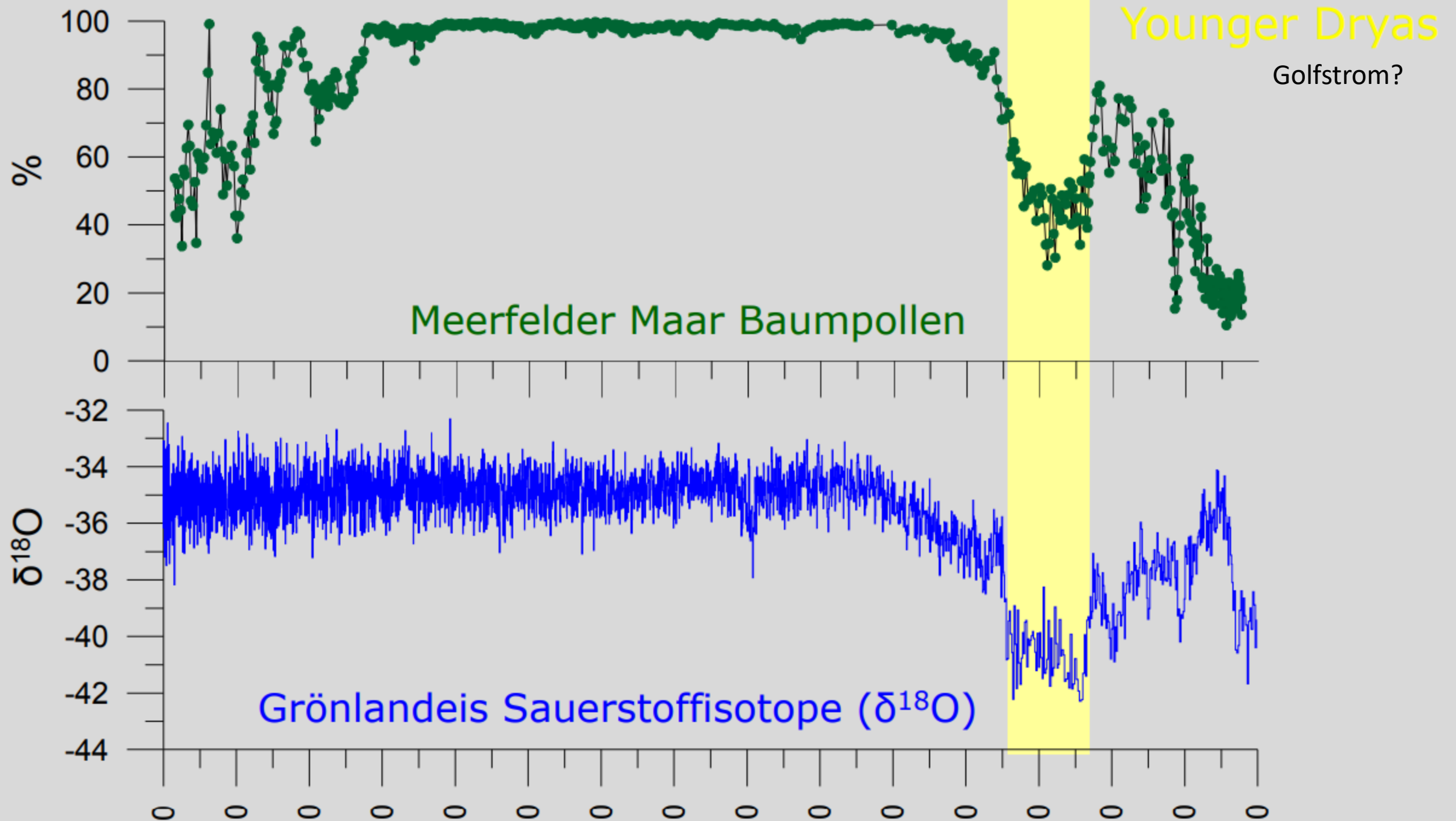
Temperatur in °C



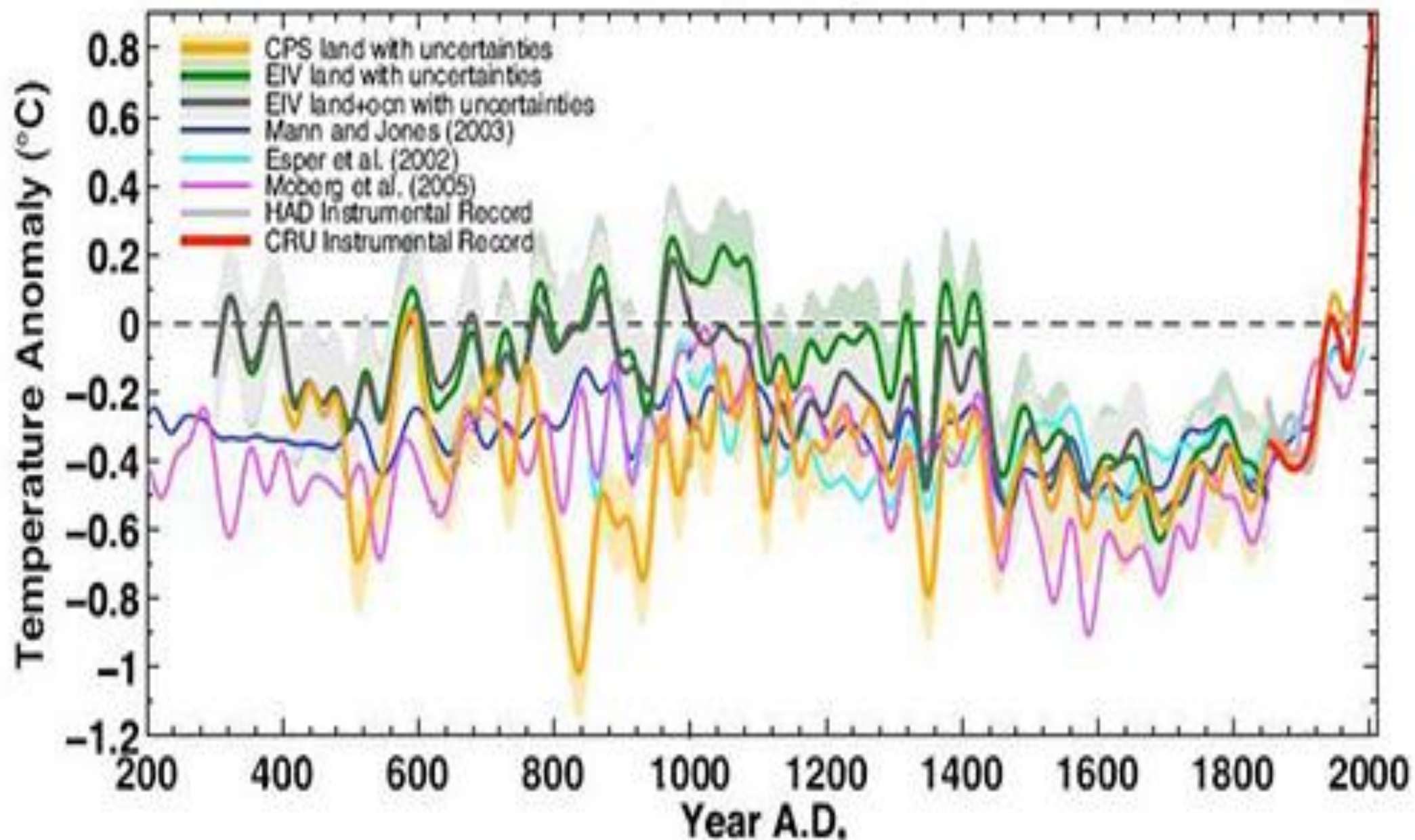
Klimaparameter
der letzten
420.000 Jahre,
bestimmt aus
Eiskernanalysen
der antarktischen
Wostok-Station

Die hohe Korre-
lation mit den
CO₂- und CH₄-
Gehalten zeigt
die besondere
Bedeutung der
Treibhausgase,
die aber von den
Milankovic-Zyklen
getriggert werden.

Interessant ist
der Wechsel vor
500T J. auf eine
längere Zykluszeit.



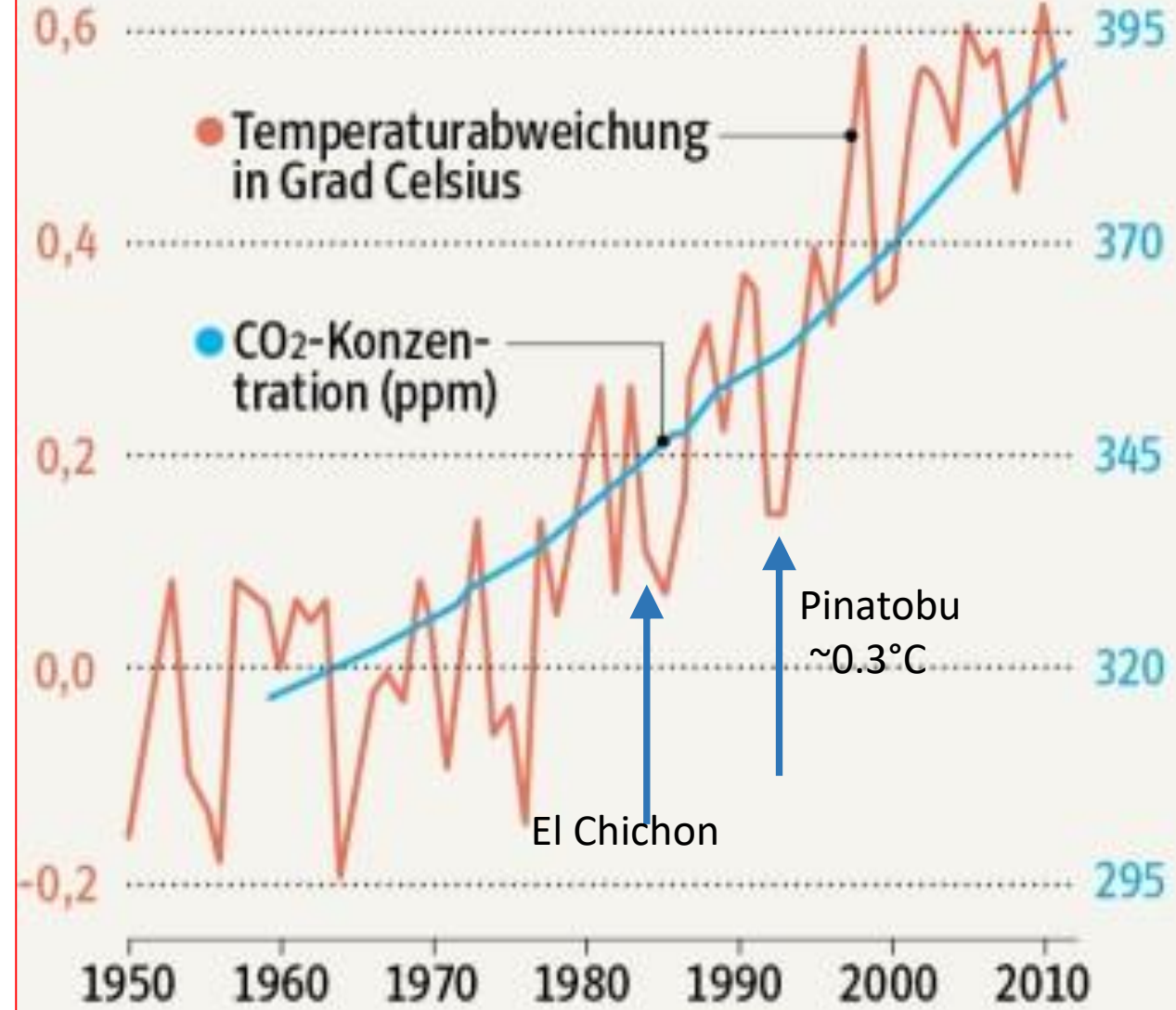
Northern Hemisphere



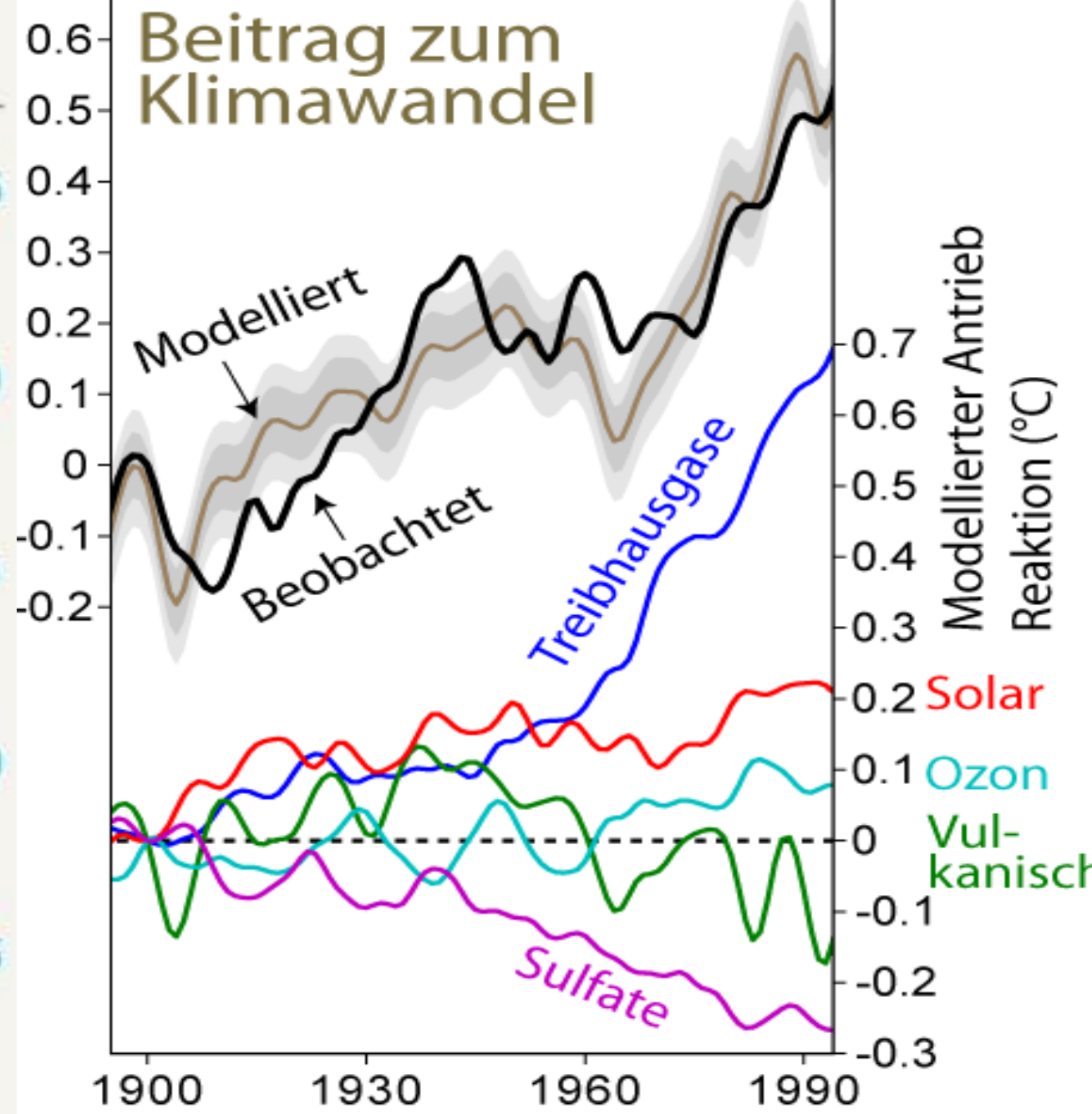
aktueller KLIMAWANDEL und ANTROPOZÄN

- Dass es einen für das Holozän untypischen Klimawandel gibt, lässt sich trotz nur 50 Jahre Beobachtungszeit kaum leugnen
- Nicht ganz so unumstritten ist die Frage, ob dafür der Mensch verantwortlich ist und ob Treibhausgase wirklich die Ursache sind
- Für den Luftchemiker Paul Crutzen war diese Frage schon Ende der 80er Jahren entschieden. Mit der Bezeichnung „Anthropozän“ fügte er geschickt andere menschengemachte Umweltbelastungen mit ein in der Hoffnung auf einen wissenschaftlich zertifizierten Verursachungsbefund
- Zu den wichtigsten Neuheiten, die der Mensch heute emittiert und über Staubniederschlag in Sedimente transferiert, gehören seit mehreren 1000 J., Metalle (wie die Begriffe Eisen- und Bronzezeit deutlich machen).
- Viel jünger aber meist ähnlich beständig und viel häufiger produziert, sind Plastikartikel, die die Weltmeere und Sedimente vermüllen. Ob erste Verbote, der Plastikflut Einhalt gebieten können, bleibt zu bezweifeln.
- Unbezweifelbar sind Metalle und Plastik ein Markenzeichen des Menschen, die in zukünftigen Erdschichten vertreten sein werden.

Globale Erwärmung



Beitrag zum Klimawandel

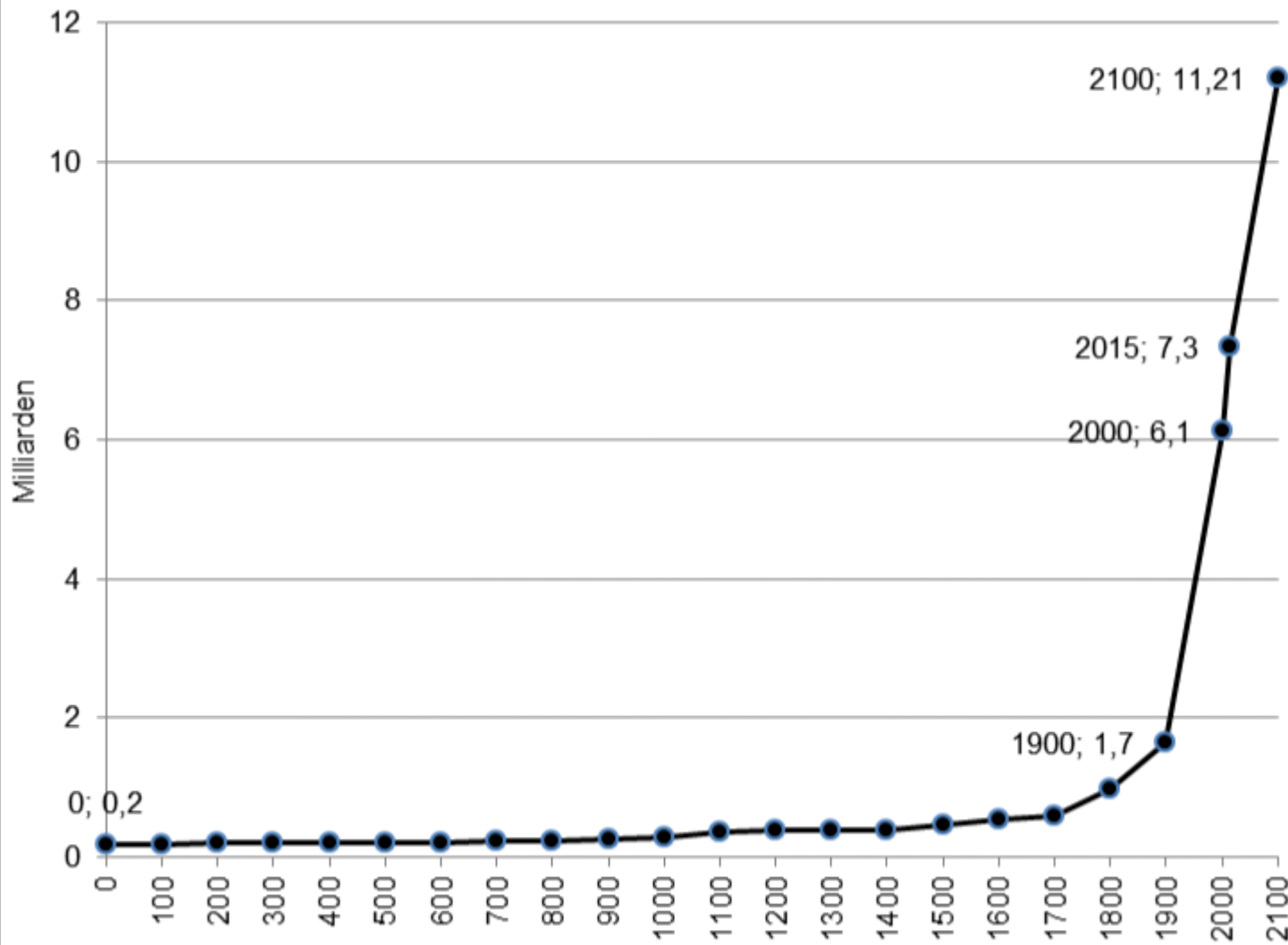


Pinatubo (Luzon) hatte 1991 die größte Eruption des 20. Jahrhunderts



Der zunehmende Einfluss des Menschen hat neben zunehmenden Konsum mit der steigenden Weltbevölkerung zu tun

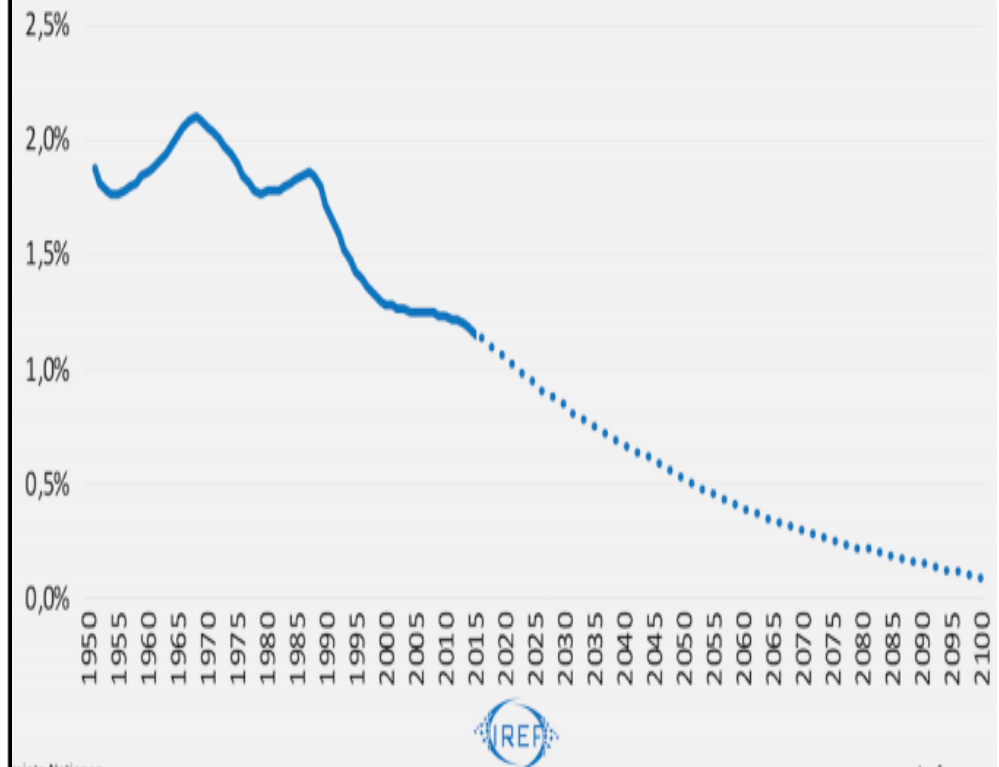
Weltbevölkerung in Mrd. 0 - 2100



Erinnert an das exponentielle Wachstum der Covid-19 Infektionen. Wie könnte hier ein Lockdown aussehen?

Wachstumsrate Weltbevölkerung

1950-2100, ab 2016 Prognose

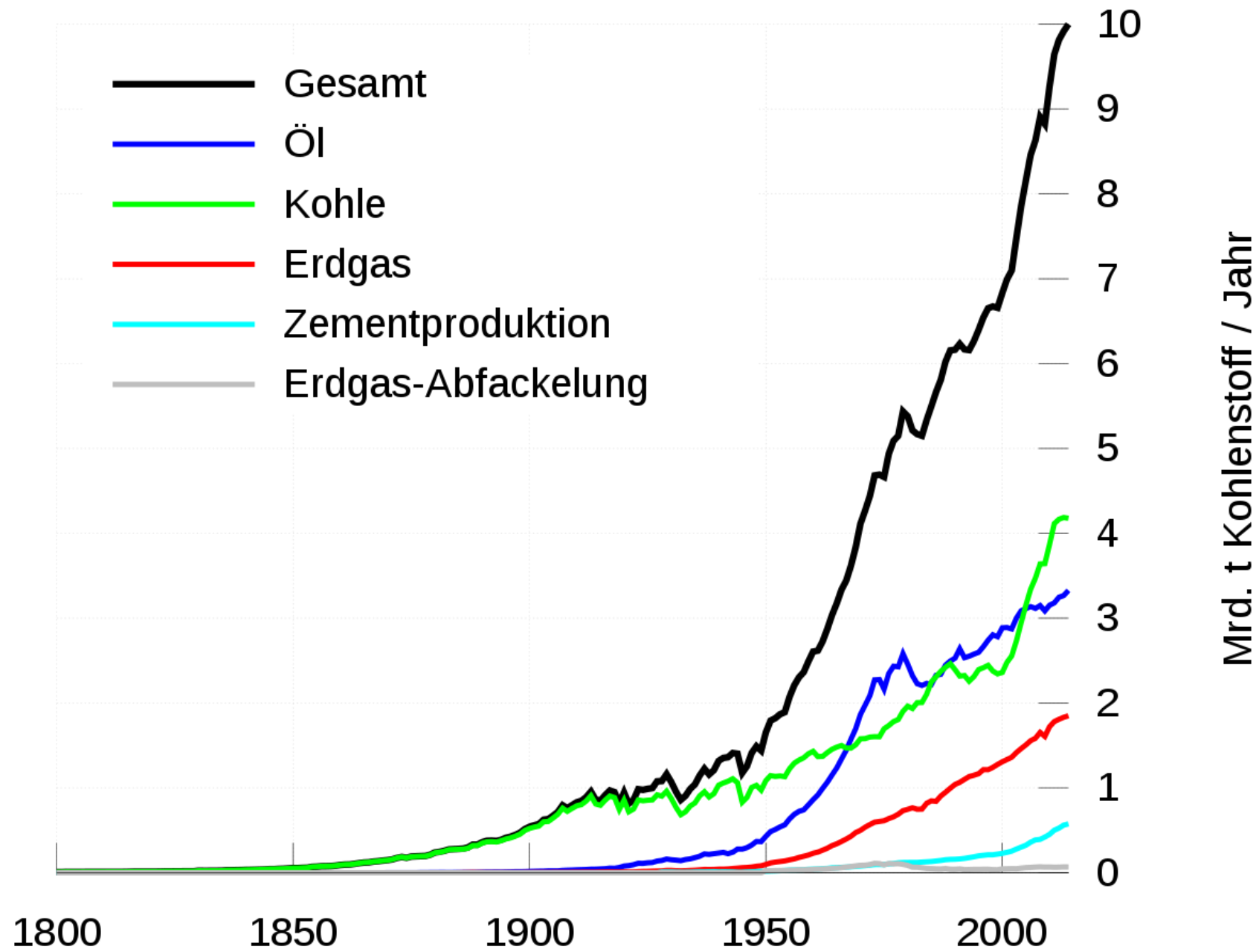


reinte Nationen.

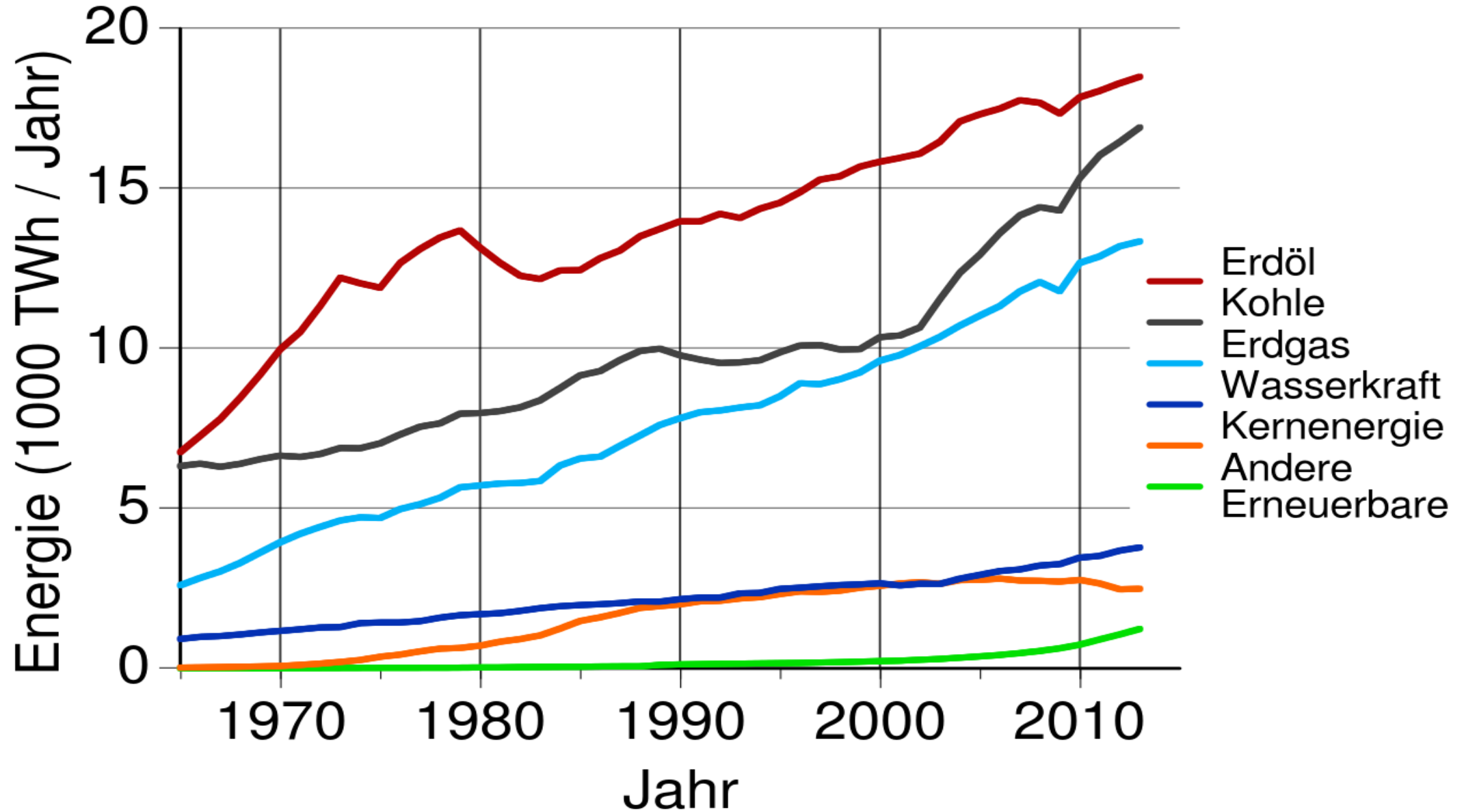


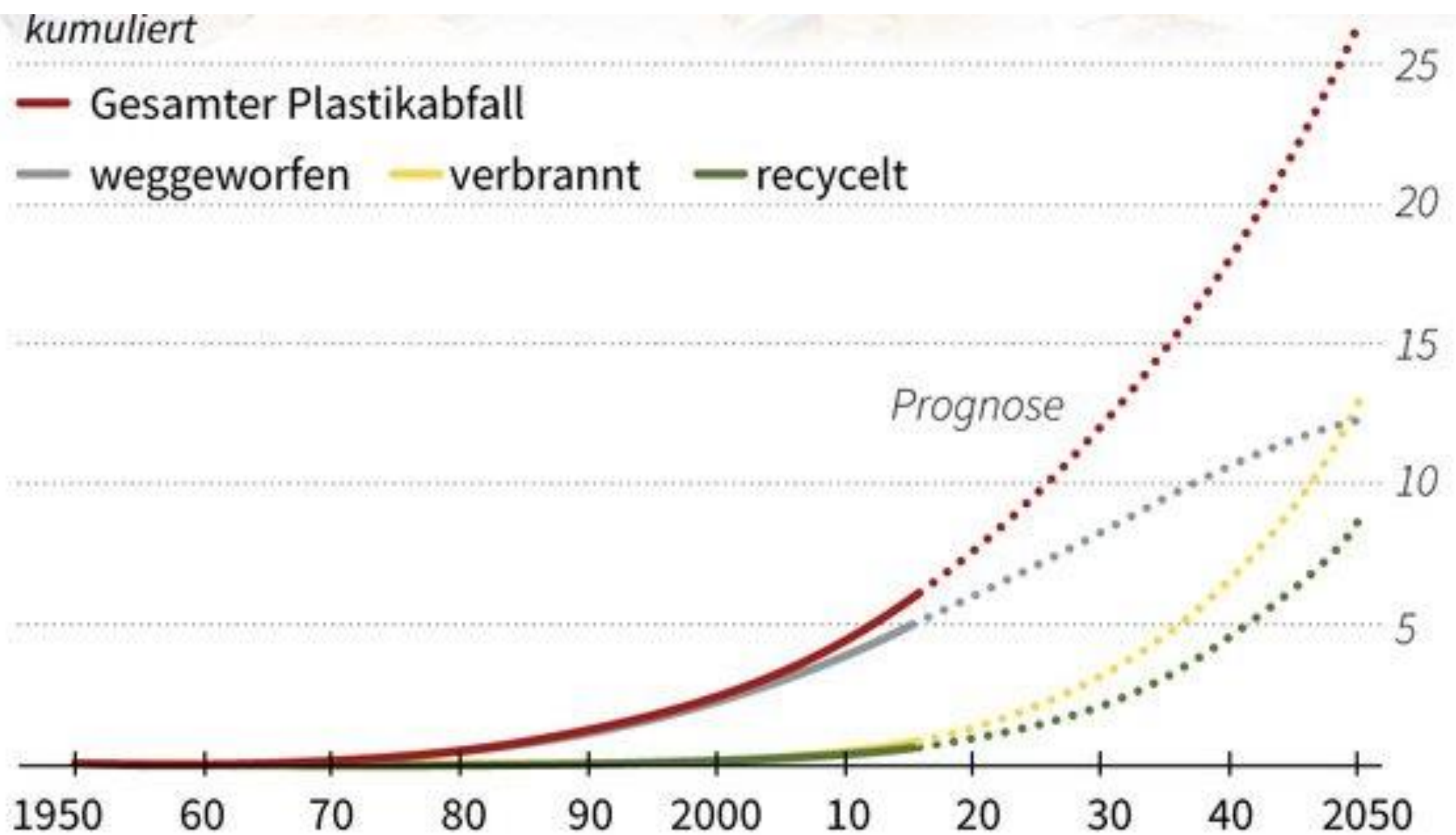
INSTITUTE FOR RESEARCH IN ECONOMIC AND FISCAL ISSUES

www.irefeurope.it



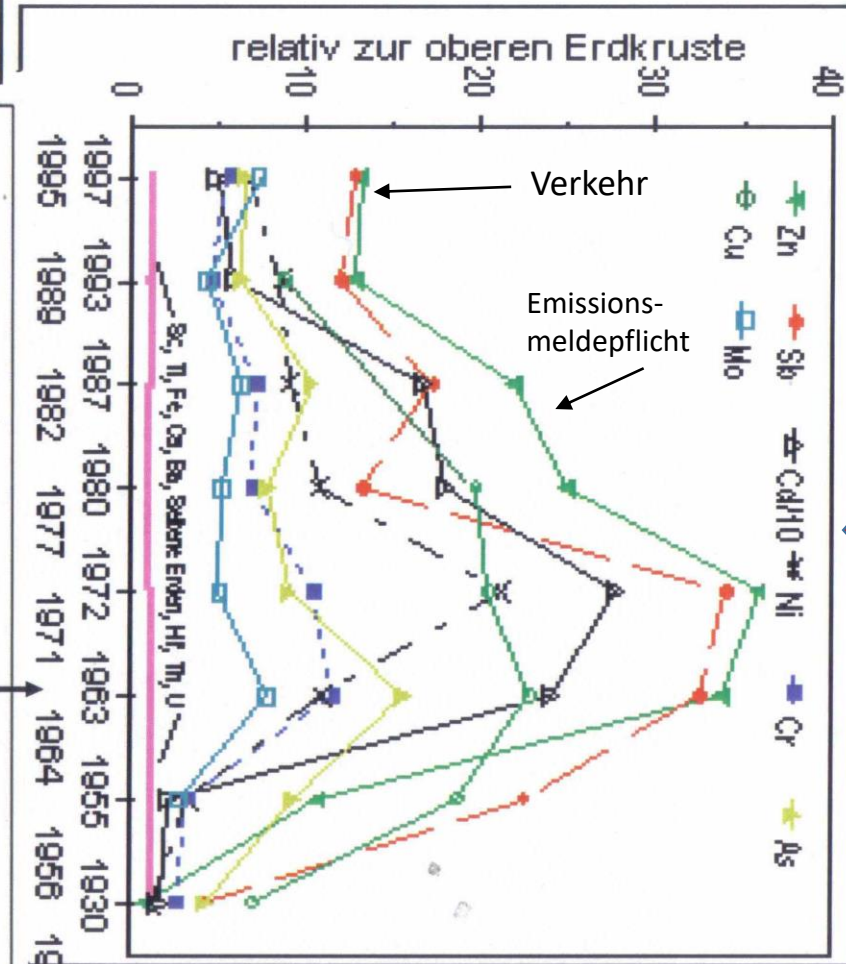
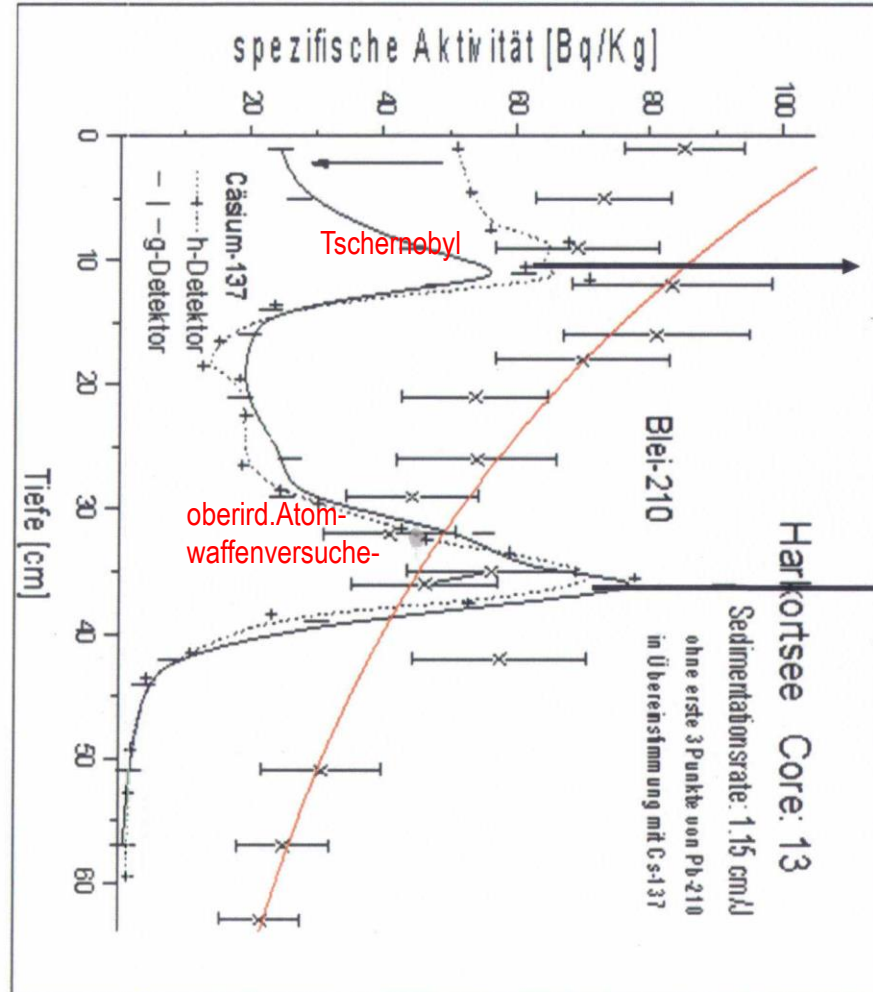
Weltweiter Energieverbrauch



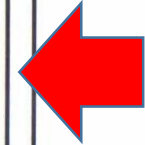


8,3 Milliarden Tonnen Plastik wurden seit den 50er Jahren produziert: Plastikabfall - Prognose bis 2050. FOTO: AFP

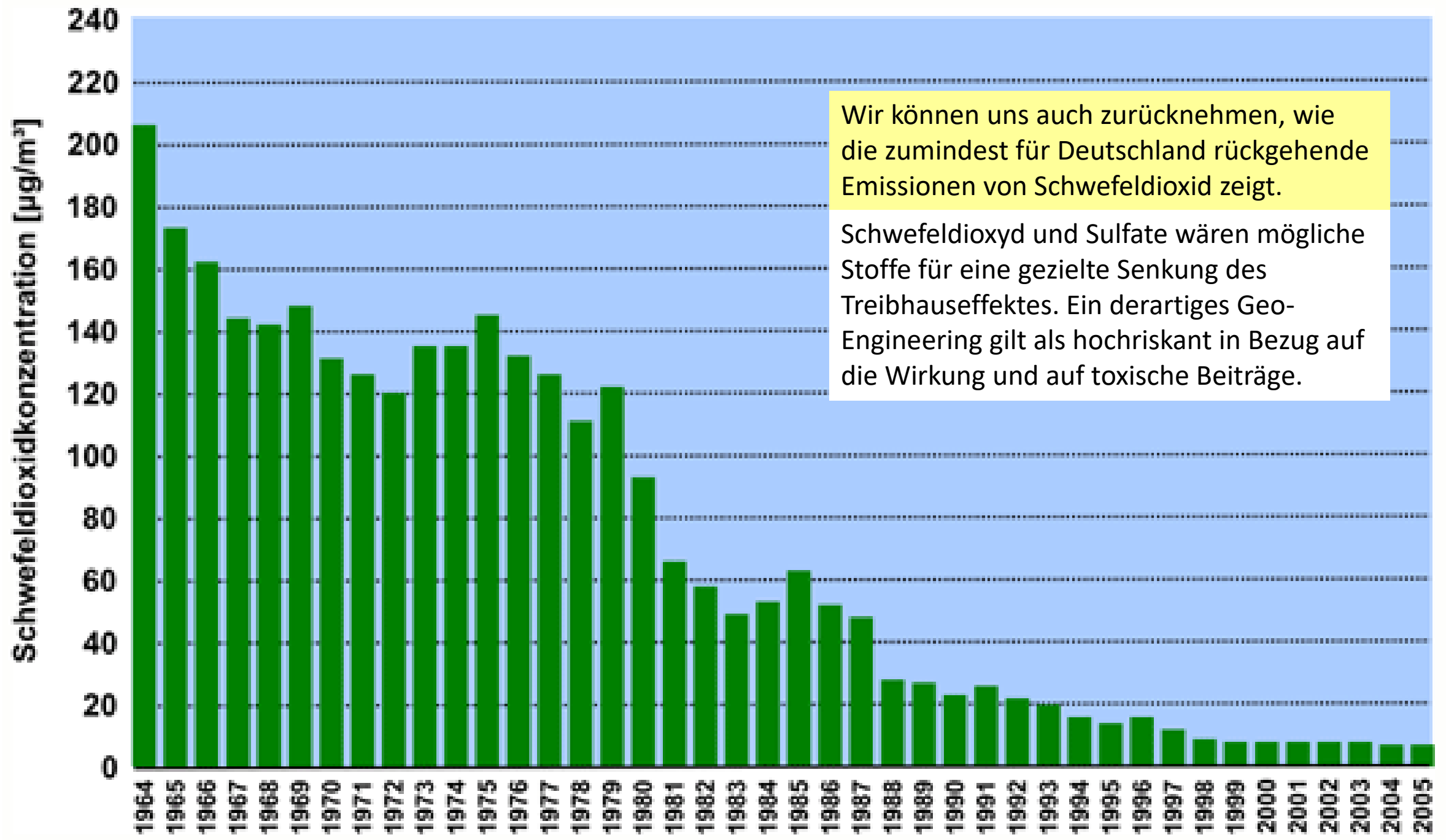
Altersbestimmung mit Cs 137 und Pb210
Liefern relative und absolute Zeitmodelle
oder erkennen Störungen der Sedimentfolge



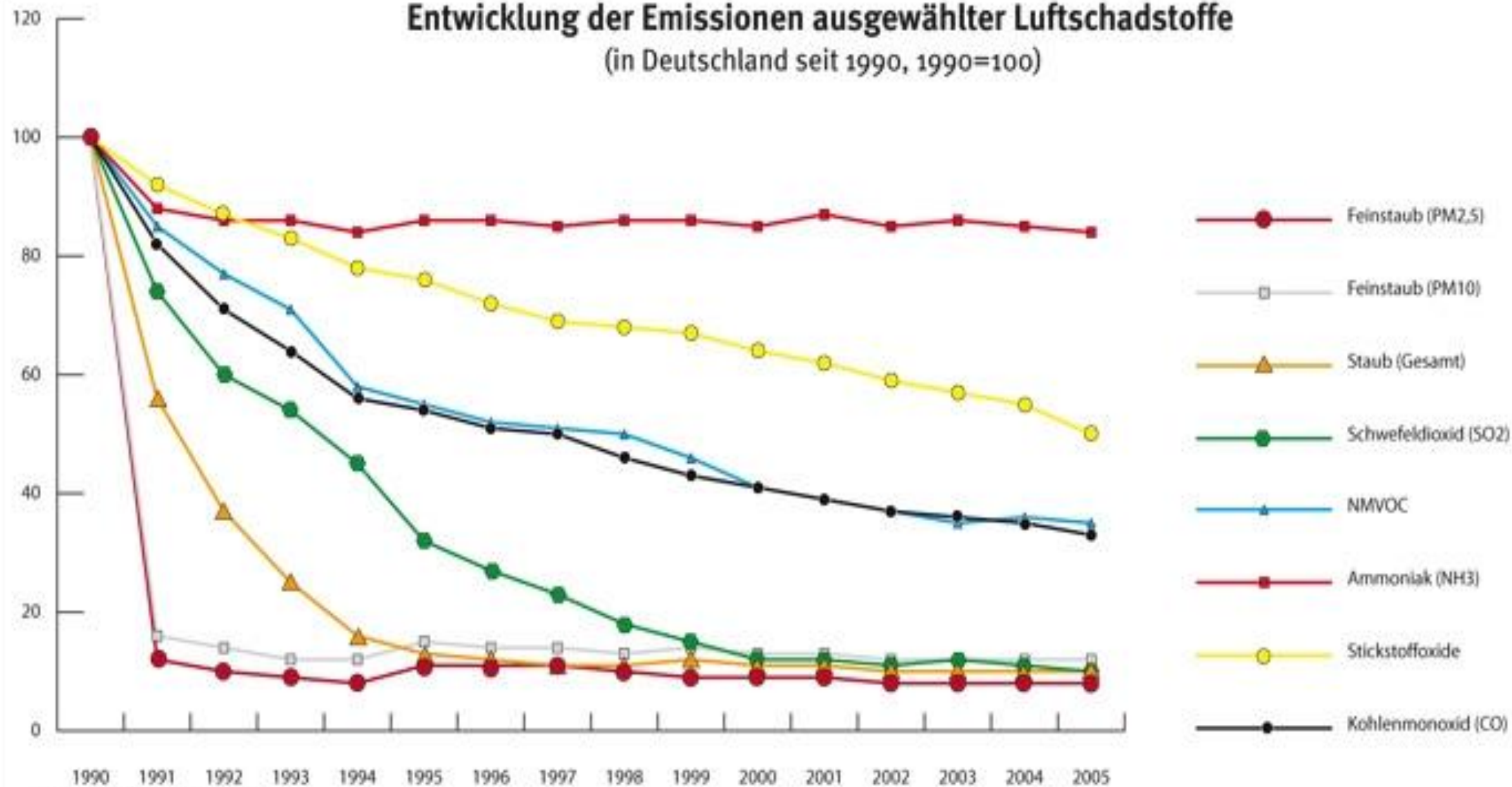
Zeitkurven der Verschmutzung des Ruhr-
Gebiets mit Schwermetallen



Diese Technik ist geeignet hinreichend ungestörte Sedimentkerne in Seen zu finden, um an ihnen den Beginn einer weltweit sedimentierten Oberflächengeschichte zu erforschen.
Hier zeigt sich, dass die Verdrückung mit Schwermetallen Anfang der 70er J. maximal war.

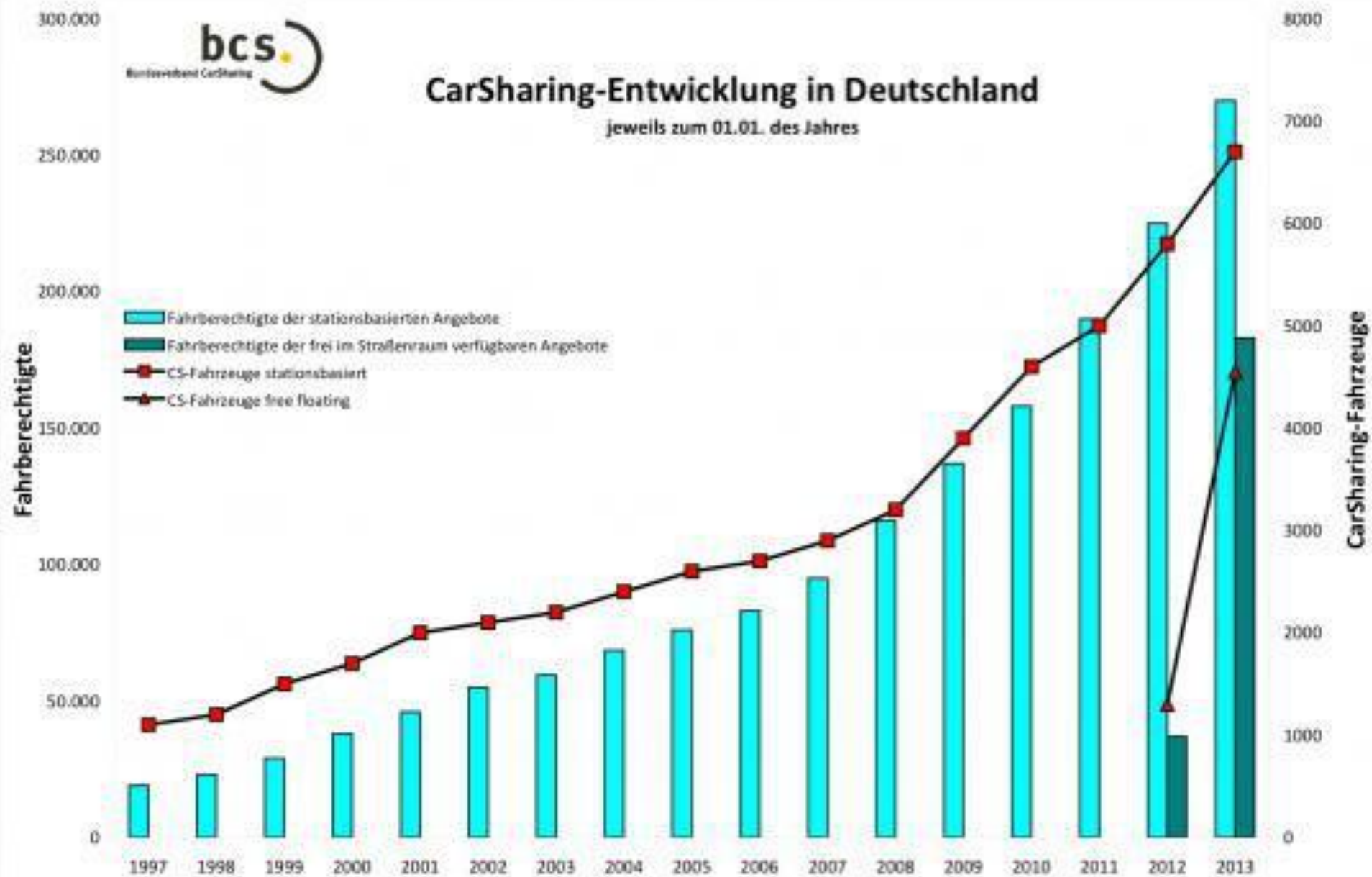


Entwicklung der Emissionen ausgewählter Luftschadstoffe (in Deutschland seit 1990, 1990=100)



CarSharing-Entwicklung in Deutschland

jeweils zum 01.01. des Jahres



Mögliche andere auf ein neues Erdzeitalter deutende globale Veränderungen

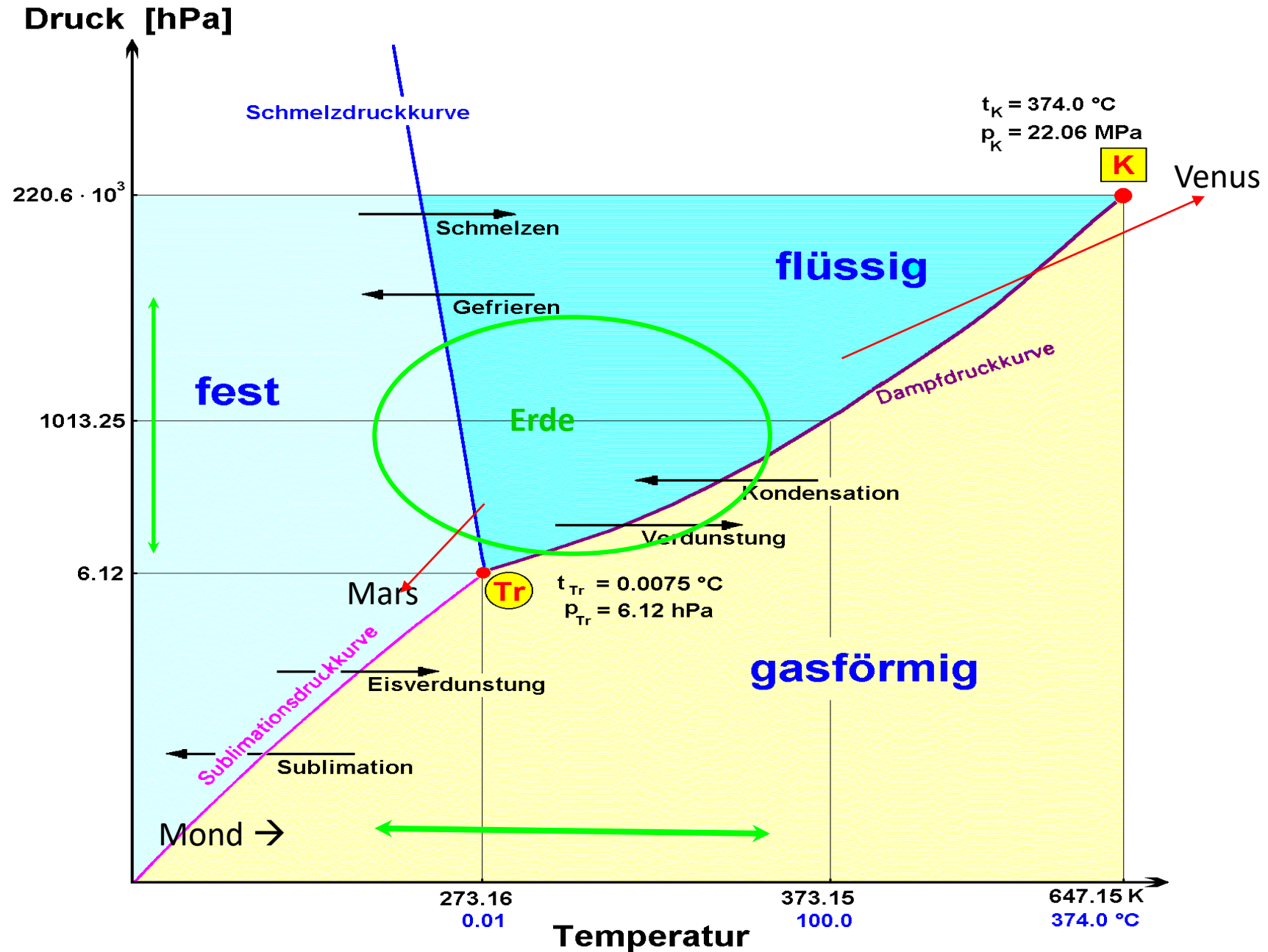
- **Veränderter Fossilbestand**
Zunahme anthropogen geprägter Arten (Nutztiere)
abnehmende Biodiversität durch Massenausterben
- **Müllvermehrung** (exponentiell seit 200-300 Jahren)
Auftreten neuer chem. Verbindungen (Metalle, Kunststoffe),
Die Erforschung abbaubarer ökologischer Varianten und ihre
Verbreitung steckt noch in den Anfängen (PET-Bakterien).
- **Zunehmende radioaktive Kontamination** (seit ~1950)
Urangewinnung, Kernenergie, Atomwaffen
- **Zunahme anthropogener Relikte im erdnahen Weltraum**
Erdorbit, Mond, Mars, äußerem Sonnensystem
- **Relikte bewusster Änderungen irdischer Bedingungen**
Terraforming auf Erde, Mond und Mars (geplant?)

3. Warum gibt es Wasser auf der Erde und dominiert ihre Oberfläche?



Wasser ist die einzige chemische Verbindung, die auf der Erde in allen 3 Aggregatzuständen , fest, flüssig und gasförmig in nennenswerten Mengen natürlich vorkommt

Phasendiagramm des Wassers und habitable Planetenoberflächen





FAZIT - in Zeiten von Corona

1. Ein kleines Virus zeigt uns seit fast einem Jahr, wie labil unsere Macht über die Natur ist.
2. Das aktuelle Erdzeitalter nach uns selbst umzubenennen, könnte man angesichts solcher Erfahrungen zu Recht als anmaßend und anthropozentrisch ansehen.
3. Die Absicht der Befürworter und des Urhebers scheint eher ein missverständlicher Versuch, uns selbst als Krankheit für unseren Planeten darzustellen.
4. Wenn das zutreffend sein sollte, wie kommen wir da wieder heraus?
5. Können wir dem Planeten ein Lockdown von uns selbst verordnen, um unseren negativen Einfluss zu beenden?
6. Können wir die Erde impfen, um sie gegen uns resistent zu machen?
7. Ein Geo-Engineering könnte nach Meinung Crutzens nötig sein, wenn wir es wirklich nicht schaffen unseren negativen Einfluss auf die Erde und die Biosphäre zurückzunehmen.
8. Nach seiner Meinung sind wir aber weit davon entfernt, ein solches Hilfsmittel heute schon als letzten Ausweg einsetzen zu können.
9. Bis dahin bleibt nur, uns zurückzunehmen ein Lockdown von uns selbst.
10. Angesichts der Probleme mit der Erfüllung des Klimaabkommen von Paris ist aber zu bezweifeln, dass wir das hinbekommen
11. Wir müssen aufwachen und effektiven Therapien umsetzen, um Zukunftschancen nicht heute zu verspielen. Dazu können uns das Studium der Erdzeitalter helfen, die Erde und ihre Dynamik besser kennen zu lernen, um mögliche Fehler zu vermeiden.



**Vielen Dank für die
Aufmerksamkeit!**

